

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Zavedení nové technologie výroby hydraulické součásti

Implementation of the New Technology Hydraulic
Component Production

Student:

Bc. Tomáš Voda

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Lenka Petřkovská Ph.D.

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Tomáš Voda**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **2303T002 Strojírenská technologie**
Téma: **Zvedení nové technologie výroby hydraulické součásti**
Implementation of the New Technology Hydraulic Component
Production

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika problematiky.
2. Návrh nástrojů pro výrobu hydraulické součásti.
3. Návrh přípravků potřebných k výrobě hydraulické součásti.
4. Návrh technologického postupu.
5. Technicko-ekonomické zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 1. díl*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 126. ISBN 978-80-248-1641-8.
- [2] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; SADÍLEK, M.; PETŘKOVSKÁ, L.; NOVÁKOVÁ, J. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007. Dostupné na <http://www.elearn.vsb.cz/archived/FS/NSPO>. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [3] STEPHENSON, D. A.; AGAPIOU, J. S. *Metal cutting theory and practice*. New York : Marcel Dekker, Inc., 1997. ISBN 0-8247-9579-2.
- [4] MRKVICA, M. *Přípravky a obráběcí nástroje: I. díl, Řezné nástroje*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-7078-941-7.
- [5] MRKVICA, M. *Přípravky a obráběcí nástroje: II. díl, Přípravky*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 1991.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lenka Petřková, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou (bakalářskou) práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové (bakalářské) práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 19. 5. 2011

.....


Bc. Tomáš Voda

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- было с́еднано, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- было с́еднано, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 19.5.2011



Bc. Tomáš Voda

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Tomáš Voda

Adresa trvalého pobytu autora práce: Frošova 1249, Kostelec nad Orlicí, 517 41

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

VODA, T. *Zavedení nové technologie výroby hydraulické součástí: diplomová práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2011, 59 s. Vedoucí práce: Petřkovská, L.

Diplomová práce se zabývá kompletním návrhem technologie výroby hydraulické součástí. Na základě požadavků odběratele na sériovost výroby bylo zvoleno progresivní výrobní zařízení tak, aby byla požadovaná sériovost zajištěna. Díky možnostem použitého stroje byly použity přípravky, na které byl navržen technologický postup. Dále byly navrženy nástroje a speciální nástroje, které jsou pro danou sériovost přínosem. Využití moderního softwaru zaručuje plynulejší aplikování návrhu technologie do výrobního procesu. Po navržení nové technologie proběhla výroba ověřovací série, která byla schválena odběratelem. Technicko-ekonomické hodnocení se zabývá ziskem projektu. Závěrem je technologie výroby hydraulické součástí úspěšně zavedena do provozu s minimálním ziskem 1 914 000 Kč.

ANNOTATION OF THESIS

VODA, T. *Implementation of the New Technology Hydraulic Component Production*, Technic University Ostrava, Faculty of Engineering, Department of Assembly and Cutting, 2011, 59 p. Supervisor: Petřkovská L.

This thesis deals with a complete suggestion of hydraulic component construction. Based on user's requirement of a series construction, a progressive processing equipment was chosen to provide the series production. Due to the possibilities of used machine, there were used jigs which a technological method was designed on. Another tools and special tools having beneficial effect on the series construction were designed as well. Modern software utilization provides trouble-free introduction of technological suggestion to manufacturing process. After new technology suggestion there was done a construction of checking series that was approved by a client. Technical-economical evaluation deals with a project profit. Finally, the technology of hydraulic component construction is successfully introduced to a production with a minimal earnings of 1,914,000 CZK.



Obsah

1 Úvod	- 3 -
1.1 Charakteristika firmy TFA alfa s.r.o.....	- 4 -
2 Obrábění šedé litiny	- 7 -
2.1 Definice litin	- 7 -
2.2 Druhy litin.....	- 8 -
2.3 Mechanické a fyzikální vlastnosti.....	- 9 -
2.4 Mechanické vlastnosti.....	- 10 -
2.5 Obrobitelnost materiálu	- 11 -
2.6 Obrobitelnost litiny	- 12 -
2.7 Vliv struktury a mechanických vlastností litiny	- 12 -
2.8 Vliv obráběného materiálu na řezné síly	- 13 -
3 Nástroje.....	- 15 -
3.1 Nástrojové materiály.....	- 15 -
3.2 Nástrojové oceli uhlíkové	- 16 -
3.3 Nástrojové oceli legované.....	- 16 -
3.4 Nástrojové oceli rychlořezné	- 16 -
3.5 Slinuté karbidy	- 17 -
3.6 Rozdělení slinutých karbidů podle využití	- 17 -
3.7 Cermety.....	- 18 -
3.8 Keramické řezné materiály	- 18 -
3.9 Supertvrdé materiály.....	- 19 -
3.10 Nástroje pro NC obráběcí stroje	- 19 -
4 Přípravky pro obrábění.....	- 21 -
4.1 Definice a rozdělení přípravků.....	- 21 -
4.2 Rozdělení přípravků z hlediska použitelnosti.....	- 21 -
4.3 Rozdělení přípravků z hlediska operačního určení.....	- 22 -
4.4 Rozdělení přípravků z hlediska zdroje upínací síly	- 22 -
4.5 Hospodárné využití přípravků.....	- 23 -



4.6 Zásady při konstrukci přípravků	- 23 -
4.7 Zásady volby materiálu	- 24 -
4.8 Vliv přípravků na přesnost výroby	- 25 -
5 Obecná charakteristika zadaného úkolu	- 26 -
5.1 Rozbor problematiky	- 27 -
6 Volba stroje pro obrábění dané součásti	- 29 -
6.1 Technické parametry stroje Maho Deckel DMC 80 H duo block	- 30 -
7 Přípravky	- 31 -
8 Technologický postup	- 33 -
8.1 Výpis vlastního procesu obrábění	- 33 -
9 Volba nástrojů	- 37 -
9.1 Návrh speciálního nástroje pro vytvoření zápichu	- 37 -
9.2 Výpis použitých nástrojů pro obrábění bloku EHR-STEYER	- 39 -
10 Ověřovací série	- 42 -
10.1 Měřicí zařízení Wenzel	- 44 -
11 Technicko-ekonomické zhodnocení	- 47 -
11.1 Cena opracování	- 47 -
11.2 Nástrojové náklady	- 50 -
11.3 Podíl ceny upínačů	- 53 -
12 Závěr	- 55 -
13 Použitá literatura	- 56 -
13.1 Použité internetové adresy	- 57 -
13.2 Katalogy nástrojů a příslušenství	- 57 -
14 Seznam příloh	- 58 -

Seznam použitých zkratk

Zkratka	Anglický překlad	Český překlad
CAD	Computer aided design	Počítačem podporované projektování
CAM	Computer aided manufacturing	Počítačem podporované obrábění
CNC	Computer numeric control	Číslicové řízení počítačem
Rm		Mez pevnosti v tahu
PVD	Physical vapour deposition	Nanášení odpařováním z pevné fáze
CVD	Chemical vapour deposition	Chemické nanášení povlaků
USS		Univerzální stavebnicový systém
VBD		Vyměnitelná břitová destička
F		Posuv
S		Otáčky



1 Úvod

Firmy podnikající ve strojírenské výrobě procházejí v období posledních let velice složitým vývojem. Do roku 2008 se situace na trhu zakázek vyvíjela pro strojírenské firmy velice pozitivně. Firmy měly v tomto období dostatek zakázek. U zavedených výrobků se neustále navyšovaly objemy výroby a firmy dále přicházely na trh s novými produkty. Tento vývoj měl za následek investování firem do nových technologií, které měly přímý vliv na zvyšování produktivity práce, tak i investování firem do procesů vývoje nových výrobků a procesů zpracování technologie výroby. Investice se zaměřovaly na zavádění systémů CAD/CAM do předvýrobních etap.

Zlom v tomto příznivém vývoji nastal na počátku roku 2009. V roce 2009 došlo k výraznému propadu objemu výroby strojírenských firem. I firmy se širokým portfoliem oborů, do kterých dodávaly svoje produkty, velice citelně pocítily nástup krize. Propad zakázek v některých oborech činil až 80% produkce v porovnání s rokem 2008. Tento stav měl za následek zastavení investování, redukování počtu pracovníků a v mnoha případech i likvidaci firem.

První náznaky oživení strojírenské výroby se začaly projevovat ve druhé polovině roku 2010. Tento trend ve vývoji výroby trvá i v první polovině roku 2011. Strojírenské firmy začínají navyšovat objemy výroby, to se děje především tlakem kladeným na zvyšování produktivity práce u již vyráběné produkce, také vývojem nových výrobků a jejich zaváděním do výroby.

Přípravou zavedení nového výrobku do sériové výroby se zabývá tato diplomová práce, kterou jsem zpracovával ve firmě TFA alfa s.r.o. se sídlem v Kostelci nad Orlicí.



1.1 Charakteristika firmy TFA alfa s.r.o.

Firma TFA alfa s.r.o. byla založena 12.7.1993. Na počátku své existence se firma zabývala obchodní činností. Hlavní činnost spočívala v importu a exportu především textilního zboží.

V roce 1996 se majiteli firmy stali čtyři společníci, občané České republiky. Tito společníci tvoří vrcholový management firmy, která od 2.1.1997 začala podnikat v oblasti strojírenské výroby. Firma pro zahájení strojírenské výroby zrekonstruovala prostory, které dříve sloužily jako sklady nábytku.

Výrobu firma zahájila se 17 zaměstnanci. V prvních letech tvořily hlavní náplň výrobního programu společnosti dodávky dílů a komponentů pro jednoúčelové stroje firmy Preciosa a.s. se sídlem v Jablonci nad Nisou a dodávky regulátorů, náhonových skříní a dalších komponentů pro finalizaci pneumatických tkalcovských stavů firmy Trustfin a.s. se sídlem ve Vsetíně.

V roce 2008 firma TFA alfa s.r.o. i přes počínající krizi začala s vývojem vlastního výrobního programu, čímž se snažila minimalizovat dopad krize na stále se snižující objem výroby.

Výsledkem vlastního vývoje bylo vítězství ve výběrovém řízení firmy TPCA Kolín na dodavatele speciálního montážního nářadí. V dnešní době firma dodává dvacet různých typů nářadí a průběžně jsou zaváděny nové typy. Další dodávky speciálního nářadí jsou pro firmu Hyundai se sídlem v Mošovicích.

Další oblastí vlastního vývoje je vývoj a výroba univerzálního upínacího stavebnicového systému USS. Tento systém je určen pro CNC obrábění na vertikálních a horizontálních obráběcích centrech. Upínací stavebnicový systém umožňuje vysokou variabilitu použití při vícenásobném upínání polotovarů na upínací věže. Viz příloha číslo 1.



V roce 2010 přišla firma TFA alfa s.r.o. na trh s vlastní produkcí strojů určených pro servisování lyží a snowboardů. V první fázi byly dokončeny dva stroje, a to trojkombinace stroje Shark. Tento stroj tvoří základ celého sortimentu servisních strojů. Shark zajišťuje broušení ploch skluznice lyží a snowboardů na brusném pásu, na brusném kameni a úhlování bočních hran lyží. Doplnující stroj WAXPO zajišťuje voskování lyží a snowboardů, dále leštění a kartáčování skluznic.

V roce 2011 je tento sortiment doplněn další kombinací stroje Shark a dále o stroj FINISHER, který zajišťuje broušení a lapování bočních a spodních hran lyží. Stroje pro servisování lyží a snowboardů tvoří hlavní část vlastního vývoje firmy a v současnosti firma nabízí kompletní sortiment pro vybavení lyžařských servisů.

Na přelomu roku 2010 a 2011 se oživení ekonomiky projevilo novými požadavky firmy ARGO Hytos na zavedení nových výrobků pro nové řady traktorů STEYER. Tato dlouhodobá spolupráce se opět začíná velice intenzivně rozvíjet. V současné době firma TFA alfa s.r.o. zavádí do výroby tři nové výrobky pro tohoto odběratele a v plánech pro rok 2012 je příprava výroby nové automatické převodovky traktorů STEYER. Tento projekt by měl představovat v obratu firmy hodnotu asi 20 mil. Kč.

Jedním z nově zaváděných výrobků do výroby je hydraulický blok s označením EHR-STEYER. Tento blok je určen pro ovládání přídatných mechanismů traktoru STEYER.

Ve své diplomové práci řeším kompletní přípravu výroby tohoto bloku dle požadavků a zadání odběratele s důrazem na zajištění kvality a kvantity dodávek.



Obrázek číslo 1 - Administrativní budova firmy TFA alfa s.r.o.

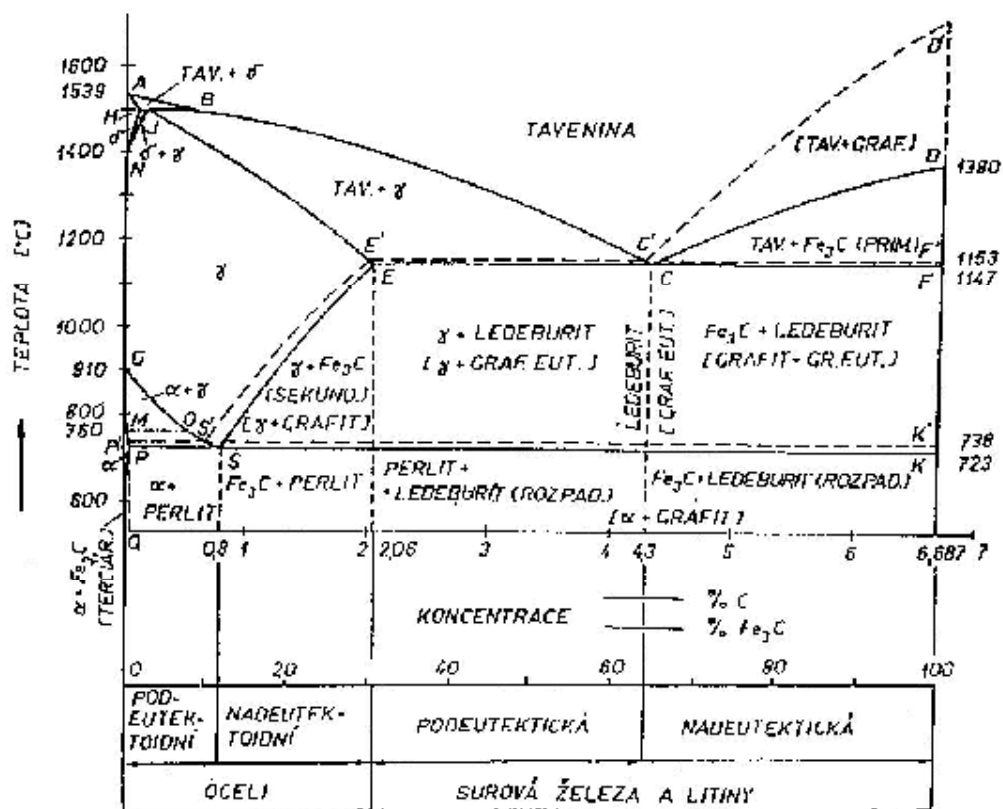


2 Obrábění šedé litiny

2.1 Definice litin

Litina je slitina železa, uhlíku a dalších prvků, ve kterých je uhlík vyloučen jako grafit nebo vázán jako karbid Fe_3C , případně jiný prvek karbidu. Obsah uhlíku je větší, než odpovídá jeho maximální rozpustnost v austenitu, tj. $\text{C} > 2,08 \%$.

Litiny krystalizují podle stabilního nebo metastabilního diagramu Fe-C, resp. Fe- Fe_3C , případně se v průběhu tuhnutí a chladnutí uplatňují oba systémy – obr. 2. [1]



Obrázek číslo 2 - Rovnovážný diagram Fe – C - Fe- Fe_3C



2.2 Druhy litin

Struktura litin je tvořena primární fází a eutektikem. Při tuhnutí podle stabilního systému vzniká grafitické eutektikum, které je tvořeno austenitem a uhlíkem, vyloučeným v některé z forem grafitu. Tyto litiny se nazývají litiny grafitické. Při tuhnutí podle metastabilního systému se stává eutektikum ledeburitem. Ve struktuře není volný grafit a takové litiny se nazývají bílé nebo karbidické. Přejímový typ mezi grafitickými a bílými litinami tvoří tzv. maková litina, která obsahuje jak grafitické, tak metastabilní eutektikum. Vzniklá struktura se pokládá za nežádoucí.

Základním kriteriem pro určení druhu litin je hlavně tvar vyloučeného grafitu. Názvy jednotlivých druhů litin, značky a číselné označování, respektuje normu ČSN EN 1560, která vychází z evropského systému značení. V ČR je platná od roku 1999. Podle tvaru grafitu se litiny dělí na následující typy – obr. 3. [1]

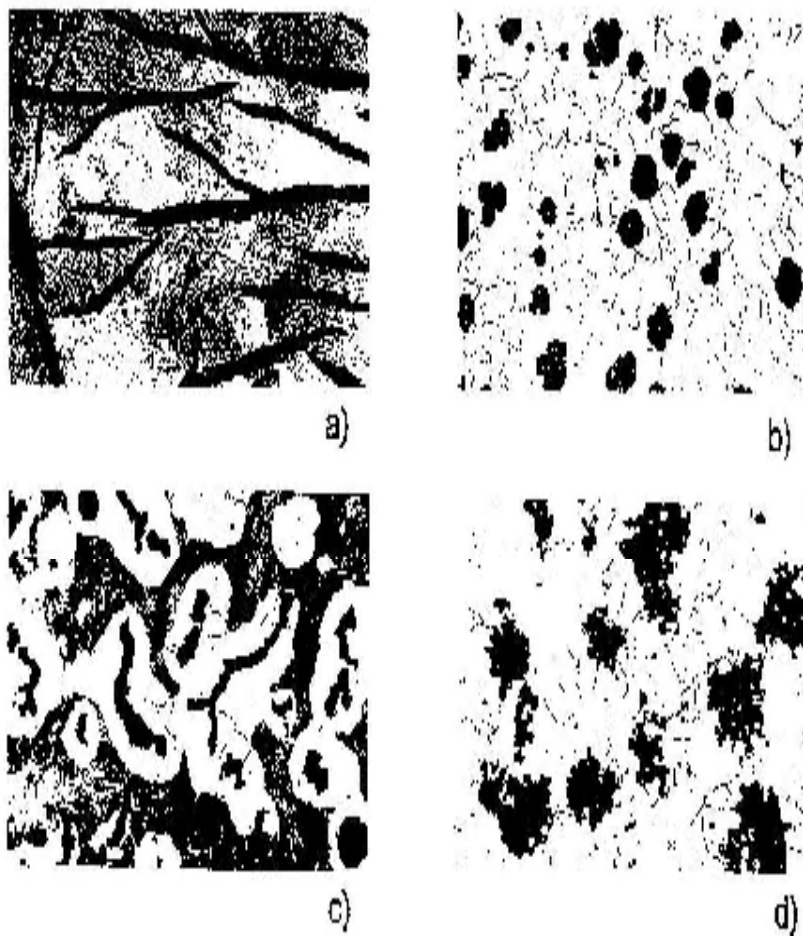
Litina s lupínkovým grafitem – GJL (dříve nazývaná jako šedá litina) – obsahuje grafit ve tvaru prostorových útvarů, které mají na metalografickém výbrusu tvar lupínků. Jsou delší než tlustší a konec lupínků je ostrý. Oblast, připadající jednomu takovému prostorovému útvaru grafitu se nazývá eutektická buňka. Litina s lupínkovým grafitem je nejčastějším typem vyráběných litin. [3]

Litina s kuličkovým grafitem – GJS (dříve nazývaná jako litina tvárná) – obsahuje grafit ve formě kuliček. Z hlediska vlastností litiny je ideálním tvarem dokonalá kulička, často se však vyskytuje grafit „nedokonale zrnitý“. Eutektická buňka je oblast, příslušející jednomu útvaru grafitu – jedné kuličce. [3]

Litina s červíkovitým grafitem – GJV (dříve nazývaná jako litina vermikulární). Červíkovitý grafit má podobnou morfologii jako grafit lupínkový. Ve srovnání s GJL jsou však útvary grafitu kratší, tlustší a jejich konec bývá zaoblený. Vermikulární litina obvykle obsahuje též určité množství lupínkového nebo kuličkového grafitu. [3]



Temperovaná litina – GJM – se dělí na litinu s bílým lomem, označovanou GJMW a s černým lomem - GJMB. Grafit v litině s černým lomem, případně i v litině s bílým lomem má tvar vloček. [3]



*Obrázek číslo 3 - Tvar grafitu v jednotlivých druzích litin: a) GJL b) GJS c) GJV
d) GJM*

2.3 Mechanické a fyzikální vlastnosti

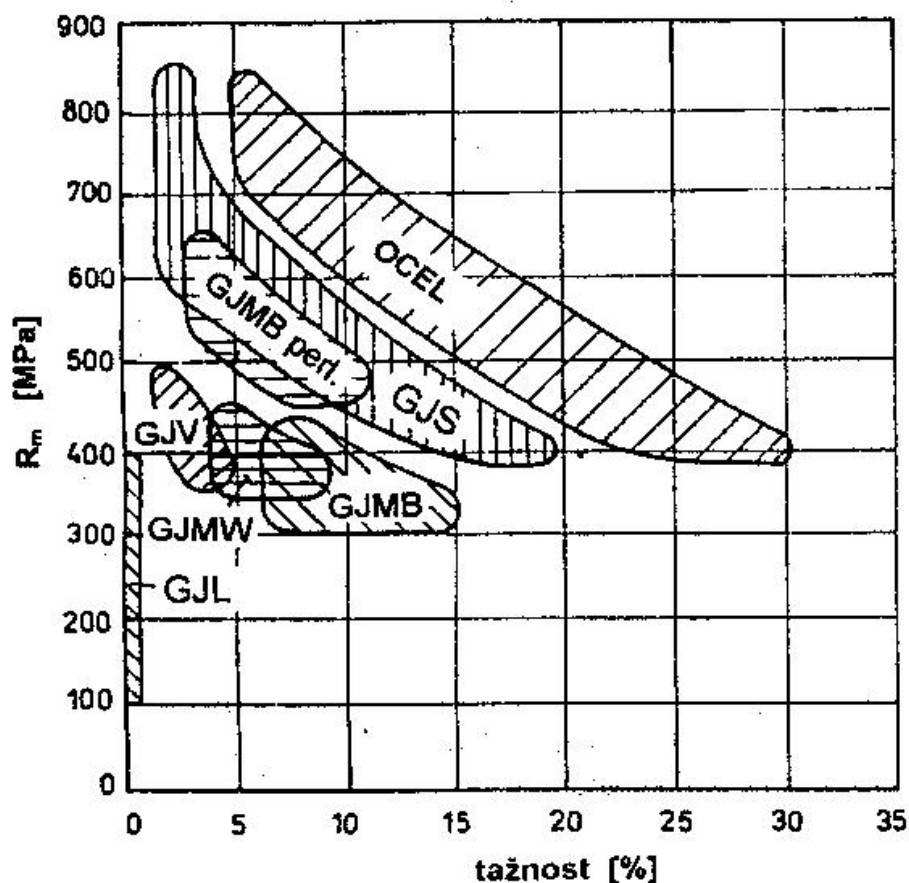
Mechanické a fyzikální vlastnosti litin závisí na tvaru a disperseitě grafitu, na struktuře a vlastnostech základní kovové hmoty a některé vlastnosti jsou závislé na teplotě. [4]



2.4 Mechanické vlastnosti

U litin se většinou hodnotí následující mechanické vlastnosti: **pevnost** – mez pevnosti v tahu R_m , u GJS, GJV a GJM; **plastické vlastnosti** – tažnost A5, hodnotí se pouze u GJS, GJV a GJM; **dynamické vlastnosti** – nárazová práce na tělesech s V-vrubem, obvykle pouze u GJS; **tvrdost** – hodnota tvrdosti HB

Velká variabilita struktury litin má za následek i velmi široké spektrum mechanických vlastností. Na obr. 4 jsou znázorněny oblasti v tahu a tažnosti různých druhů nelegovaných litin platí nepřímá úměrnost – materiály s vysokou pevností mají obvykle nižší tažnost a nižší hodnoty nárazové práce. U nelegovaných litin je nositelem pevnosti perlit, nositelem plastických vlastností a houževnatosti ferit. [4]



Obrázek číslo 4 - Mechanické vlastnosti litin



Struktura a tím i vlastnosti litin jsou vysoce závislé na rychlosti ochlazování v průběhu tuhnutí a chladnutí. Rychlost chladnutí je určena tloušťkou stěny odlitku a ochlazovací schopností formy. Z tohoto důvodu je důležité vlastnosti litin hodnotit na zkušebních odlitcích předepsaných rozměrů, odlitých do forem s předepsanými tepelnými vlastnostmi. Mechanické vlastnosti, zjišťované na odlitku, se vztahují vždy na konkrétní tloušťku stěny. V částech odlitku s jinou tloušťkou stěny jsou i jiné mechanické vlastnosti. [4]

litina	tvrdost HB
feritická	120-150
ferito-perlitická	140-200
perlitická	180-260
nízkolegovaná perlitická	210-280
austenitická (pozn.)	130-170
bainitická	260-420
bílá nelegovaná (dle obsahu	400-500
martenzitická	350-550
martenziticko-karbidická	550-700

Obrázek číslo 5 - Druhy litin a jejich tvrdosti

2.5 Obrobitelnost materiálu

Každý sledovaný materiál se porovnává s materiálem jiným, obráběným za stejných podmínek a stejnými nástroji. Nejčastějším kritériem pro srovnávání výsledků pak bývá teplota při řezání a velikost řezných sil, utváření třísky a odlišnost v jakosti povrchů. [4]

Důležité faktory ovlivňující obrobitelnost závisí na druhu výroby a tepelném zpracování obráběného materiálu, na jeho mikrostruktuře, fyzikálních a mechanických vlastnostech, dále na chemickém složení obráběného materiálu a jeho technologických vlastnostech, pak na metodě obrábění, na výrobním prostředí, kinematice obrábění, pracovní geometrii řezného nástroje a na druhu a vlastnostech nástrojového materiálu. [4]



2.6 Obrobitelnost litiny

Obrobitelnost litiny nezávisí jen na struktuře, ale i na vlastnostech kovu a na čistotě povrchu odlitků, materiálu a na konstrukci obráběcích nožů, na druhu obrábění, chlazení a na jiných podmínkách obrábění, které jsou důležitou součástí procesu. Obrobitelnost závisí na technologii obrábění, a proto odlitky, které se dobře obrábějí v jednom podniku, se mohou obrábět v podniku jiném odlišně. Proto se požadavky na zlepšení obrobitelnosti odlitků musí stanovit opatrně. Úkolem pracovníků je co nejvíce zlepšit obrobitelnost odlitků, protože na náklady na obrábění připadá jedna z největších částí celkové ceny součásti. [5]

2.7 Vliv struktury a mechanických vlastností litiny

Údaje z literatury i z praxe ukazují, že teplo, vznikající při obrábění a opotřebování nástroje, vzrůstá při zvyšování pevnosti a tvrdosti litiny, a tím její obrobitelnost klesá.

Dnešní způsoby obrábění umožňují obrábět litinové odlitky velkými rychlostmi. Vliv různých činitelů na obrobitelnost litiny zůstává přitom stejný. Závislost obrobitelnosti na HB a σ_{Pt} litiny bývá často porušována, to nám ukazuje, že je třeba přihlížet i k dalším činitelům. (plastičnosti kovu, nestejnoměrnosti struktury atd.)

Při zvýšení plastičnosti nad určitou mez se tříška lepí na čelo nože a dochází tak k povrchovému zpevnění. Tlak na nůž se zvětšuje a zvyšuje se druhotná tvrdost, což zhoršuje obrobitelnost. Proto se kov s austenitickou strukturou, zejména manganové skupiny, obrábí špatně, ačkoliv má malou prvotní tvrdost. Tento jev lze pozorovat i při obrábění kujné litiny vyšších kvalit, které mají malý obsah temperovaného uhlíku a velkou plastičnost. Pro obyčejnou šedou litinu, která je málo plastická toto nemá význam. [3]



Hlavní příčinou, porušující závislost mezi obrobitelností šedé litiny a její tvrdostí nebo pevností je nestejnorodost struktury. Struktura litiny obsahuje jednotlivé tvrdé složky (karbidy, fosfidy), které působí jako abrazivní látky.

Struktura litiny, skládající se z hrubého páskového perlitu, z fosfidových a karbidových vměstků, se obrábí špatně při tvrdosti 250 HB, kdežto litina se stejnosměrným jemným perlitem se obrábí dobře až při tvrdosti 270 HB. Z tohoto důvodu se obrábí legovaná nebo očkovaná litina při stejné tvrdosti snadněji než obyčejná litina. [3]

Naproti tomu grafit je v litině příznivý – zlepšuje obrobitelnost tím, že tvoří drobivou třísku a tím, že grafit působí jako mazadlo. Při obrábění litiny nemusíme ve většině případů chladit. Chladicí kapalina se používá především pro vyplavování třísek. Stupeň grafitizace je důležitým činitelem, který podmiňuje obrobitelnost litiny. Se zvýšením stupně grafitizace klesá tvrdost a pevnost litiny, množství grafitu vzrůstá a obrobitelnost se zlepšuje. [4]

Velmi dobře se obrábí kujná litina s černým lomem, která má ideální strukturu – měkkou feritickou v základní kovové hmotě a jemné vměstky temperovaného uhlíku. Oproti tomu se bílá litina při malých rychlostech obrábí velmi obtížně, čím více obsahuje uhlíku, tím hůř se obrábí. [3]

2.8 Vliv obráběného materiálu na řezné síly

Křehké kovy se při obrábění plasticky nedeformují, ale dochází k lámání. Tříska se tvoří v jednotlivých nespojených kouscích a tříska se zde nepěchuje. Proto se při obrábění křehkých kovů, např. šedé litiny, spotřebuje mnohem méně energie než při obrábění plastických, tvárných kovů. Větší řezný odpor má tedy ten kov, který se při tvoření třísky více deformuje a zpevňuje. Řezný odpor závisí také na mechanických vlastnostech obráběného kovu. [2]

Kovy s lepšími mechanickými vlastnostmi odporují více všem vnějším silám, a tím i silám působícím při obrábění.



K základním mechanickým vlastnostem kovů, které mají vliv na řeznou sílu, patří: **mez pevnosti v tahu, poměrné prodloužení a tvrdost.**

Obrábění křehkých kovů má však své zvláštnosti. Za nejkřehčí kovy se považuje litina a bronz. Řezná síla při obrábění litiny je přibližně 1,5 krát až 2 krát menší než při obrábění stejně tvrdé oceli. [2]

Při obrábění oceli se tříska odvaluje z čela jako plynulý pruh, přičemž vzniká tření o čelo nástroje. Tříska šedé litiny nemá tak dlouhé dráhy skluzu po čele, protože se láme na malé kousky již na počátku svého vzniku. Při obrábění šedé litiny je tření o čelo nástroje mnohem menší než při obrábění oceli. [5]

Litinová tříska se téměř nedeformuje. Při obrábění oceli se tříska značně deformuje, k čemuž je zapotřebí velkých sil. [2]

Mez pevnosti v tahu je u šedé litiny menší než u oceli. Proto je řezná síla u litiny značně menší než při obrábění oceli. [5]

Při obrábění jakéhokoli kovového materiálu pozorujeme mechanické zpevnění, tj. zhutnění, zvětšení křehkosti a tvrdosti ubírané vrstvy kovu a tenké vrstvy na obrobené ploše. K tomu je zapotřebí určité části práce, vynakládané na obrábění. Má-li se zlomit houževnatý drát, např. mosazný, musí se několikrát ohnout na obě strany. Vynakládá se tu práce, aby se dosáhlo mechanického zpevnění a aby drát nabyl potřebnou křehkost, při níž se snadněji láme. Tvárné kovy mají tedy velkou zpevňovací schopnost, kterou u křehkých kovů postrádáme. [4]

Šedá litina se tedy oproti oceli obrábí snadněji. Při obrábění litiny je řezná síla menší než při obrábění oceli, protože vzniká menší tření třísky o čelo nástroje, menší deformace ubírané třísky a nenastává zde zpevnění kovu při obrábění. [5]



3 Nástroje

Obráběcí nástroj je výrobní prostředek, který slouží k odebírání třísky z obrobků o různém materiálu. Snažíme se dosáhnout požadovaných funkčních a užitkových vlastností, a to strojně i ručně. Na obráběcí nástroje je kladen velký důraz z hlediska jeho životnosti, přesnosti a nákladů na něj. Nástroj se neposuzuje jako jeden člen soustavy, ale musíme ho posuzovat společně se soustavou, ve které působí. Používáme nástroje komunální, které jsou dle norem ČSN, ISO, DIN a nástroje speciální, které se konstruují přímo na danou operaci a na konkrétní obrobek ve vlastních nářadovnách. [6]

3.1 Nástrojové materiály

Materiál nástrojů je velmi důležitou součástí návrhu nástrojů. Určuje nám řezivost spolu s geometrií nástroje. V dnešní době je široký sortiment materiálů, které můžeme využít při konstrukci nástrojů. [6]

Nástrojové oceli: uhlíkové

legované

rychlořezné

Slinuté karbidy: nepovlakované

povlakované

Cermety: směs karbidů a nitridů s kovovým pojivem

Keramika: oxidická

směsná

neoxidická

povlakovaná

Supertvrdé řezné materiály: polykrystalický diamant

kubický nitrid bóru



3.2 Nástrojové oceli uhlíkové

Tyto oceli se v současné době na výrobu nástrojů téměř nevyužívají. Nepoužívají se proto, že jejich vysoká tvrdost se s teplotou nad 200 °C snižuje. Tvrdost je dána obsahem uhlíku a tepelným zpracováním. Nástroje, které jsou z tohoto materiálu lze používat jen při nízkých řezných rychlostech. Používáme je především pro řešení ručních nástrojů a nářadí. Obsah uhlíku ovlivňuje tvrdost nástroje - čím více uhlíku, tím je nástroj tvrdší, ale s tím roste i jeho křehkost, která je pro nástroje nepříznivou vlastností. Používané jsou na výrobu závitníků, pilníků, vrtáků, měřících doteků, nástrojů sloužících k obrábění dřeva apod. [9]

3.3 Nástrojové oceli legované

Legované oceli mají jemnější strukturu, a proto jsou lépe prokalitelné. Přidávají se tzv. legury, proto jsou tvrdší a mají lepší vlastnosti, co se týče otěruvzdornosti než oceli uhlíkové. Díky prokalitelnosti si udrží své vlastnosti až do teplot okolo 400 °C. Dále tyto oceli disponují větší houževnatostí a odolností proti popuštění za tepla. Oceli legované dělíme podle přidaných legur na manganové, chromové, niklové, wolframové a chrom-molybdenové. [6]

Tento řezný materiál používáme především na závitořezné nástroje, vrtáky, frézy, řezné nástroje s malými břity, výstružníky, tvrdé pilníky a nástroje na dřevo.

3.4 Nástrojové oceli rychlořezné

Jedná se o nejpoužívanější materiál pro řezné nástroje díky zachování svých vlastností až po teplotu 650 °C a řeznou rychlost až 60 m/min. Rychlořezné oceli se vyznačují velkým obsahem legujících prvků jako je molybden, wolfram, vanad, kobalt a chrom. Po tepelném zpracování této oceli dosahuje tvrdosti okolo 60 HRC.



Rychlořezné oceli se často pro zvýšení otěruvzdornosti povlakuji. Tyto oceli jsou nejčastěji používány na výrobu tvarových nástrojů, závitorezných nástrojů, vrtáků, výstružníků apod. [6]

3.5 Slinuté karbidy

Slinutý karbid je produktem práškové metalurgie, který je krokem vpřed díky svým vlastnostem. Umožňuje několikanásobně zvýšit řezný výkon nástrojů opatřených destičkami ze slinutého karbidu. Dnes si strojní progresivní obráběcí proces bez využití slinutých karbidů ani nelze představit. Slinuté karbidy disponují vysokou tvrdostí, která je stálá až po teplotu okolo 1000 °C, má dobré mechanické a fyzikální vlastnosti jako je například pevnost v tlaku, malý součinitel tepelné roztažnosti, odolnost proti korozi, vysoká měrná hmotnost apod. Slinutý karbid nemá dobrou tepelnou a elektrickou vodivost. [7]

Slinuté karbidy díky své vysoké křehkosti vyžadují velmi tuhou soustavu obrábění. V současné době jsou slinuté karbidy součástí téměř každého výkonného a rychlostního obráběcího systému. Jejich struktura je dána tuhým roztokem karbidů titanu, wolframu, tantalu a dalších vzácných prvků s kobaltem jako pojivem. [10]

Slinuté karbidy se vyrábějí buď povlakované nebo nepovlakované. Povlakované slinuté karbidy mají jednu nebo více vrstev, které zajišťují příznivé vlastnosti. K nanášení povlaků slouží metody PVD nebo CVD - jedná se o chemické a fyzikální nanášení povlaků. [7]

3.6 Rozdělení slinutých karbidů podle využití

Slinuté karbidy typu K: slouží pro obrábění materiálů s krátkou drobivou třískou, železných kovů s krátkou třískou, litiny a neželezných kovů

Slinuté karbidy typu P: slouží k obrábění železných materiálů s dlouhou plynulou třískou



Slinuté karbidy typu M: jde o univerzální slinutý karbid, který je schopen obrábět jak železné, tak neželezné kovy s krátkou nebo dlouhou plynulou třískou

3.7 Cermety

Jsou to kovokarbidické řezné materiály, u kterých tvrdé složky tvoří karbid titanu, nitrid titanu, karbid wolframu, karbonitrid titanu a pojivo tvoří kobalt, nikl, molybden a další kovy. Cermety se svými vlastnostmi zařazují mezi slinuté karbidy a řeznou keramiku. Cermety se vyznačují vysokou odolností proti opotřebení, mají malý sklon k vytváření nárůstku a vysokou chemickou stabilitu a tvrdost za tepla, malé oxidační opotřebení, malé difúzní opotřebení oproti slinutým karbidům, mají nízkou měrnou hmotnost a velmi nízký koeficient tření ve vztahu cermet-kov. Cermety se v dnešní době vyrábějí nepovlakované i povlakované. [7]

3.8 Keramické řezné materiály

Tato skupina řezných materiálů se vyznačuje vysokou tvrdostí za tepla a vysokou trvanlivostí bříty. Keramika nereaguje chemicky s obráběným materiálem a lze ji obrábět rychlostmi až 1600 m/min. Řezná keramika je tvořena sloučeninami kovů s křemíkem, bórem, dusíkem, oxidem, uhlíkem, nitridem křemíku apod. Keramiku lze rozdělit na čistou keramiku, směsnou keramiku a nitridovou keramiku.

Čistá keramika má dobrou tlakovou pevnost, vysokou otěruvzdornost a tvrdost, bod měknutí okolo 1600 °C, ale nízkou ohybovou pevnost. Tato řezná keramika se používá v plynulých řezech bez rázů, jinak dochází k enormnímu odírání nástroje. Nízká pevnost a houževnatost se zvýší přidáním 1 - 2% oxidu zirkoničitého. [10]

Směsná keramika se používá především k obrábění kalených materiálů, protože je více odolná proti tepelnému šoku a má lepší tepelnou vodivost než keramika čistá. Je na bázi oxidu hlinitého s přidáním nitridu titanu a karbidu titanu. Směsná keramika má menší náchylnost k lomu. [9]



Nitridová keramika se podstatně liší od keramiky oxidové, je mnohem houževnatější, zachovává vysokou tvrdost i při vyšších teplotách, kterou karbidy nesnášejí, ale mají menší stabilitu než keramiky na bázi Al_2O_3 . Používá se hlavně pro obrábění šedé litiny řeznou rychlostí až 1600 m/min. Tato keramika se povlakuje jedním nebo kombinací povlaků na bázi supertvrdých materiálů. [7]

3.9 Supertvrde materiály

Hlavními představiteli těchto materiálů jsou monokrystalický a polykrystalický diamant a kubický nitrid bóru. Tyto materiály lze použít jako pasty, diamantové prášky, prášky kubického nitridu bóru, řezné nástroje osazené segmenty, orovnávače a povlaky. Používají se na obrábění materiálů s vyšší tvrdostí, jako je kalená ocel, kalená litina, žáruvzdorné slitiny, politická litina, superslitiny, kovy na bázi kobaltu apod. Obrábění těmito materiály vyžaduje vysokou tuhost obráběcí soustavy, protože řezná rychlost je vyšší než u řezné keramiky. [6]

3.10 Nástroje pro NC obráběcí stroje

V malosériové i kusové výrobě se zvyšuje využívání NC systémů a proto se klade důraz na dokonalé vybavení nástroji. Vývoj tedy směřuje do všech pomocných zařízení využívaných ve výrobních procesech, ať je to vývoj řezných materiálů, nástrojů, dále měřidel, řezných kapalin a přípravků. [10]

Vyžadovaná přesnost obrobků vyráběných na NC strojích je podmíněna dokonalými nástroji, které mají své specifické vlastnosti, co se týče konstrukce a výroby. Jedná se například o zvýšenou přesnost, rozměrovou stálost, rychlé seřízení a upínání nástrojů, řezný výkon, spolehlivost apod. [6]

Obecným požadavkem je pro všechny druhy nástrojů správná volba určení ekonomického a technického hlediska. Stanovujeme řezný materiál, řeznou geometrii a optimální řezné podmínky. V dnešní době se využívají především



nástroje ze slinutých karbidů, supertvrdých materiálů a u nástrojů, které nelze aplikovat na tyto technologie, využíváme ocelí rychlořezných. U rychlořezných materiálů převládá použití vysoce výkonné kobaltové oceli. Nástroje s řeznou částí ze slinutých karbidů apod. se používají s mechanickými upínači řezných destiček, kde není možné mechanické upnutí provést, provádíme pájení. Důležitý faktor při obrábění na NC strojích je správná tvorba a odvod třísky spolu s chlazením. Při plynule tvořící se třísce hrají velkou roli utvařeče na řezných destičkách. [9]

Při konstrukci nástrojů pro NC výrobu má být možnost rychlého seřízení nástroje do pracovní polohy, rychlé výměny řezných destiček a nástroj musí být dokonale tuhý vzhledem k zatěžování nástroje. Musíme zaručit vyměnitelnost a musíme zaručit seřízení nástrojů mimo pracovní prostředí, abychom neprodužovali výrobní časy. [7]



4 Přípravky pro obrábění

4.1 Definice a rozdělení přípravků

Přípravky lze definovat jako pomocná zařízení určená:

- a) k jednoznačnému ustavení a k pevnému uchycení součásti při obrábění
- b) ke vzájemnému přidržení součástí při jejich ustavování v celek
- c) k vedení nástroje
- d) ke kontrole rozměrů obrobku

4.2 Rozdělení přípravků z hlediska použitelnosti

- a) Univerzální přípravky k upínání několika druhů obrobků téhož typu, avšak různých velikostí a tvarů. Některé vyžadují pro každý druh obrobku speciální doplňky jako je např. svěrák, speciální čelisti apod.
- b) Skupinové přípravky, u kterých je část nebo celý přípravek společný pro skupinu součástí. Tyto přípravky se skládají ze stálých a vyměnitelných nebo seřiditelných součástí. Stálé je jen těleso přípravku, upínací mechanismus a jeho silová jednotka. Vyměnitelné nebo seřiditelné jsou vodící a ustavovací elementy přípravku, někdy i upínací elementy. Vyměnitelné součásti se řeší podle zvláštnosti tvaru součásti, skupiny a vyměňují se při přechodu z obráběné dávky součástí jednoho druhu na obrábění součástí jiných druhů.
- c) Stavebnicové přípravky jsou sestaveny z typizovaných dílů v požadovaný přípravek.
- d) Speciální přípravky jsou určeny k upínání jednoho obrobku v určité operaci. Jedná se o jednoúčelová zařízení, ve kterých lze obrobek dokonaleji ustavit a upnout než v přípravku univerzálním. [9]



4.3 Rozdělení přípravků z hlediska operačního určení

- a) Obráběcí přípravky slouží k upnutí obrobku v určité poloze vůči nástroji. Pokud musíme nástroj do místa řezu přivést, použijeme vodící zařízení, které je součástí přípravku.
- b) Montážní přípravky jsou určeny k přidržení součástí při jejich vzájemném rozebíratelném nebo nerozebíratelném spojení. Do této skupiny patří i přípravky používané ve svařování.
- c) Kontrolní přípravky slouží ke kontrole geometrických tvarů a přesnosti rozměrů.
- d) Rýsovací přípravky používáme k orýsování tvarů před samotným obráběním.
- e) Ostatní pomocná a dílenská zařízení jsou pomůcky, které zvyšují pracovní možnost strojů, pomůckami určenými k obrábění ploch speciálních tvarů a lze je obrábět na běžných obráběcích strojích pouze s přídavným zařízením. Můžeme sem dále zařadit i manipulační a ustavovací pomocná zařízení, jež nám umožňují vkládání rozměrných a těžkých součástí do pracovního prostoru, jejich vyjímání a v neposlední řadě polohování součástí. [9]

4.4 Rozdělení přípravků z hlediska zdroje upínací síly

- a) Přípravky s ručním upínáním jsou řešeny tak, že fyzická námaha dělníka vynaložená k upnutí obrobku je co nejmenší a doba potřebná k výměně je co nejkratší.
- b) Přípravky s mechanickým upínáním jsou ovladatelné upínací přípravky a to s využitím stlačeného vzduchu nebo kapalinou. Při použití stlačeného vzduchu to jsou pneumatické upínače a při použití tlakové kapaliny jsou to upínače hydraulické. Dále je to elektromotoricky, působením magnetického pole, podtlakovými upínači, hmotou s pamětí a jejich vzájemnými kombinacemi. [8]



4.5 Hospodárné využití přípravků

Použití přípravků a jejich konstrukce se mění podle typu a druhu výroby. Při kusové výrobě používáme přípravky universální s nezbytně důležitými pomůckami pro úkon dané operace. Při výrobě sériové, kde se vyrábí větší počet výrobků, je vhodné použít operačních přípravků ke zvýšení kvality a produktivity výroby. [8]

Hlavní zásadou při konstrukci jakékoliv výrobní pomůcky je hospodárnost. Snahou konstruktéra výrobku musí být již od počátku při dodržení funkčnosti a designu hospodárnost při výrobě. Neúměrně složité, přesné a přemrštěné požadavky si vyžadují speciální nářadí, což vede ke zvýšení nákladů.

Návratnost nákladů používaných přípravků a speciálního nářadí by neměla přesáhnout 2 roky.

4.6 Zásady při konstrukci přípravků

- 1) Před vlastním návrhem přípravku je třeba si ujasnit pracovní postup dané součásti.
- 2) Při upnutí v první operaci a po obrobení se musí získat plocha pro upnutí a ustavení v další operaci.
- 3) Při návrhu přípravku je nutno zvážit možnost jeho využití pro více operací
- 4) Obráběná plocha musí ležet co nejblíže ploše upínací.
- 5) Přípravek musí být dostatečně tuhý.
- 6) Poloha obrobku v přípravku musí být zajištěna pevnými dorazy.
- 7) Řezný odpor by měl působit proti pevným dorazům, pokud je to prakticky možné.
- 8) Obsluha má být jednoduchá, snadná s malou silou, nenáročná a rychlá.
- 9) Smysl pohybu upínacích prvků má být jednotný.
- 10) Ovládací prvky nesmí překážet pohybu nástroje a odcházející tříse.



- 11) Při manipulaci s přípravkem během práce nesmí jeho hmotnost přesáhnout 15 kg. Při přemísťování těžších přípravků musíme přípravek opatřit závěsnými oky tak, aby bylo možné použít manipulačního zařízení.
- 12) Při konstrukci je nutno dbát na odtok řezné kapaliny, odvod třísek a snadný přístup k ustavovacím plochám při jejich čištění.
- 13) Opotřebovávané plochy musí být tvrdé a nahraditelné.
- 14) Přípravky upínané na vřeteno obráběcího stroje musí být vyvážené a lehké, aby nezvyšovaly moment setrvačnosti.
- 15) Hrany, se kterými přichází do styku dělník, musí být sraženy, aby nedošlo ke zranění.
- 16) Při konstrukci je nutno vzít v potaz i design přípravku.
- 17) Vkládací prostor pro součást musí být umístěn tak, aby byl dostatečně vzdálen od nebezpečných součástí pracovního prostoru.
- 18) Při konstrukci je třeba použít co nejvíce normalizovaných součástí, nebo již dříve použitých a vyrobených přípravků.
- 19) Konstrukce přípravku nesmí umožnit obrácené vložení obrobku a jeho následné špatné upnutí.
- 20) Pokud je možné, tak řešíme přípravek stavebnicově.
- 21) Používáme přípravky univerzální, které následně upravíme pro danou operaci. [9]

4.7 Zásady volby materiálu

Materiál, který volíme, musí vyhovovat všem požadavkům kladeným na daný přípravek z hlediska tuhosti, pevnosti, přesnosti, odolnosti proti opotřebení apod.

Při volbě materiálu se bere ohled na následující hlediska:

- a) namáhání, opotřebení, tvar a funkce daného přípravku
- b) nejmenší stupeň obrobení jednotlivých součástí přípravku
- c) pracovní prostředí, ve kterém přípravek používáme
- d) požadovanou přesnost obrobku a tím i přípravku
- e) vlastní cenu, dostupnost materiálu, normalizovaných součástí a výrobní možnosti nářadovny



- f) hmotnost přípravku vzhledem k manipulaci

4.8 Vliv přípravků na přesnost výroby

Hlavním kritériem výroby strojních součástí je jejich přesnost a kvalita obrobeného povrchu jako veličin, které mají hlavní vliv na jejich životnost a funkční vlastnosti. Při tom je třeba v plném rozsahu respektovat i ekonomické otázky dané výrobou, které jsou uvedenými požadavky bezprostředně ovlivňovány. Toto stanovuje požadavek pouze takové přesnosti výroby a drsnosti povrchu, která je z hlediska funkčního a estetického nutná. [9]

Největší vliv na vlastnosti obrábění má nástroj a přípravek ve spojení se strojem a řeznými podmínkami. Ve vztahu s přípravkem jde o rozměrovou, geometrickou a tvarovou přesnost, která je konstrukcí a stavem přípravku přímo ovlivněna.

Na výslednou přesnost obrobku má vliv nepřesnost nastavení soustavy stroj-přípravek-nástroj-obrobek. Tato nepřesnost je ovlivněna přesností použitého zařízení a kvalifikací pracovníka. Dále má vliv přesnost vlastní práce stroje, která plyne z vlastností stroje, přípravku, nástrojů, obrobku a v neposlední řadě i z použitých řezných podmínek. [8]

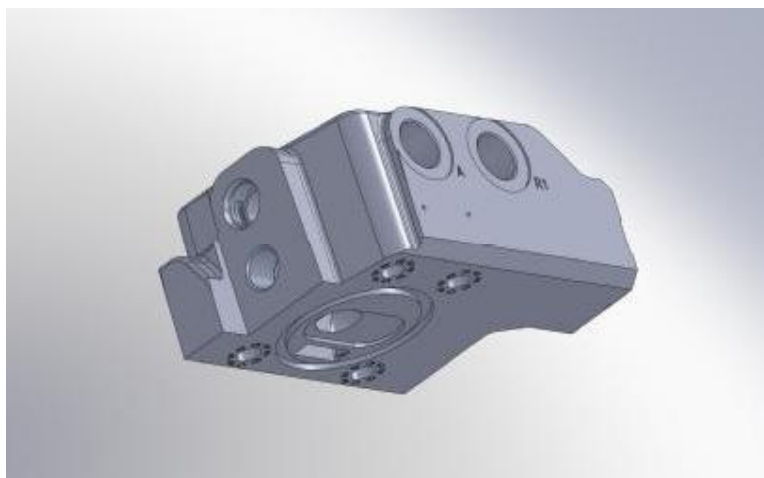


5 Obecná charakteristika zadaného úkolu

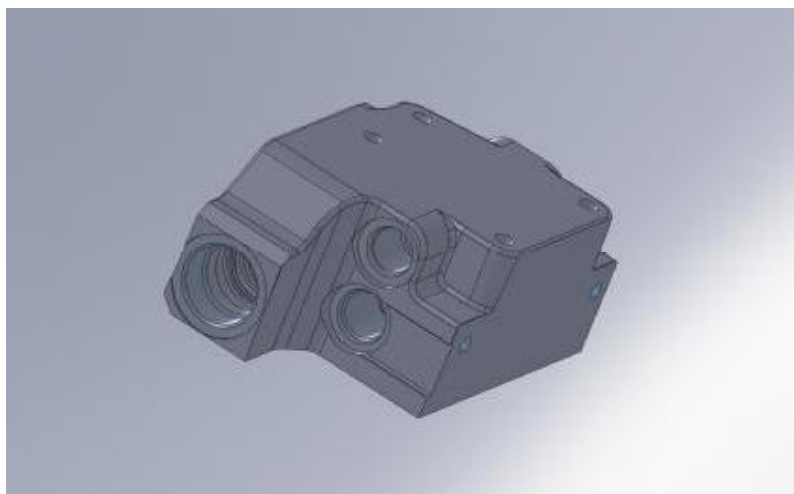
Firma TFA alfa s.r.o. zajišťuje dodávky dílů pro firmu ARGO HYTOS a.s.. Tyto díly jsou určeny pro kompletaci hydraulických systémů traktorů firem STEYER a FENDT. V tomto období dochází k oživení tohoto oboru, který byl velice negativně poznamenán krizí.

Firma TFA alfa s.r.o. má na základě požadavku zákazníka za úkol zajistit sériovou výrobu nového hydraulického bloku pod označením EHR-STEYER. Požadavek zákazníka je zajistit sériovou výrobu tohoto bloku v počtu 3000 – 3500 kusů ročně, a to od 1. 7. 2011. Doba trvání tohoto projektu je předpokládána na období minimálně pěti let.

Tato diplomová práce se zabývá kompletní přípravou sériové výroby tohoto bloku, tak aby byly zajištěny požadavky zákazníka jak z hlediska požadavků na objem dodávek, tak i se zřetelem na kvalitu dodávaných bloků. Řešení sériové výroby tohoto bloku, které navrhuji, musí také zajistit dostatečnou efektivitu dané výroby, proto se budu zabývat jak volbou vhodného výrobního zařízení, tak i volbou upínačů pro daný blok. Součástí řešení bude návrh nástrojů potřebných k výrobě tohoto bloku, tak aby byla výroba bloku pro firmu TFA alfa s.r.o. maximálně efektivní a ekonomicky výhodná. Výkres bloku EHR - viz příloha č. 2.



Obrázek číslo 6 - pohled č. 1 z programu Solid Works na obráběný díl



Obrázek číslo 7 - pohled č. 2 z programu Solid Works na obráběný díl

5.1 Rozbor problematiky

Firma TFA alfa s.r.o. používá ve svém strojovém parku 3 typy horizontálních obráběcích center. Jedná se o Heller BA2, Kytamura a stroje firmy Maho Deckel. Vzhledem ke složitosti zadaného obráběného hydraulického bloku EHR-STEYER budou použity přípravky tak, aby se prostředků firmy TFA alfa s.r.o. využilo na maximum.

Jelikož je blok EHR-STEYER členitý a složitý, rozhodl jsem se ve spolupráci s technologickým úsekem použít stroj Maho Deckel DMC H 80 duo block. Vzhledem k sériovosti a možnostem výrobního zařízení budu navrhovat použití přípravků, které zajistí požadovanou sériovost spolu s přesností. V daném případě použiji univerzální stavebnicový systém, který je jedním z produktů firmy TFA alfa s.r.o. Zadaná sériovost bude zajištěna šestinásobným upnutím na pět poloh, kde se první tři polohy opracovávají na dvě upnutí s využitím univerzálního upínacího systému firmy TFA alfa s.r.o. Pro další dvě polohy, které jsou na jedno upnutí, bude navržen speciální přípravek tak, aby byl plně využit systém duo block stroje Maho Deckel DMC H 80.

Vzhledem ke složitosti obráběných otvorů jsem řešil obrábění pomocí speciálních nástrojů, které jsem poptal jménem firmy TFA alfa s.r.o. u vybraného



a na předcházejících projektech podílejícího se a ověřeného dodavatele. Tyto nástroje nám zajistí požadovanou přesnost a budou přínosem pro zadanou sériovost.

Dále budu navrhovat technologický postup, který zajistí požadovanou přesnost a sériovost vzhledem k certifikaci ISO 9001-2008 a požadavkům zákazníka. Certifikát ISO 9001-2008 viz příloha č. 3. Součástí technologického postupu bude měřicí protokol s vybranými rozměry, které budou v průběhu výroby kontrolovány obsluhou stroje v předepsaných intervalech. Tyto naměřené hodnoty budou průběžně zapisovány do výrobní dokumentace. Předepsané kontrolované rozměry budou měřeny obsluhou stroje, kontrola soustřednosti bude v předepsaném intervalu měřena na 3osém měřícím stroji Wenzel.

Stroj Maho Deckel využívá systému CNC a proto ke zpracování a navrhování přípravků, technologického postupu, simulací a řezných podmínek budu používat, ve spolupráci s úsekem technologie firmy TFA alfa s.r.o., softwaru Solid Works a Solid CAM. Ten zajistí účinné zavedení do výrobního procesu.

Součástí mé diplomové práce je technicko-ekonomické zhodnocení sériové výroby. Budu řešit náklady na jeden vyrobený kus vzhledem k volbě nástrojů a jejich životností, přípravků a stroji. Výsledkem mé diplomové práce bude zavedení daného řešení do výroby a zhodnocení efektivnosti sériové výroby. V technicko-ekonomickém zhodnocení se zabývám časem opracování bloku EHR-STEYER a dále podílem nákladů na nástroje a upínače na jeden vyrobený kus.



6 Volba stroje pro obrábění dané součásti

Obrábění hydraulického bloku s označením EHR-STEYER bude po dohodě s vedením a úsekem technologie firmy TFA alfa s.r.o. prováděno vzhledem k požadovaným přesnostem a počtem kusů na stroji MAHO-DECKEL-DMC 80 H duo block. Jedná se o 3osé horizontální obráběcí centrum vysoké přesnosti a stability při obrábění. Systém duo block se vyznačuje dvěma pracovními prostředími. První pracovní prostředí slouží k montáži a demontáži obrobků z navržených přípravků a v druhém pracovním prostředí současně probíhá obrábění. Tímto dochází k minimalizaci vedlejších časů sloužících k výměně obrobků. Tento stroj disponuje vhodnými rozměry pracovního prostředí a vhodnými parametry řezných podmínek k aplikování sériové výroby na zadaný blok EHR-STEYER.



Obrázek číslo 8 - stroj Maho-Deckel DMC 80 H duo block



6.1 Technické parametry stroje Maho Deckel DMC 80 H duo block

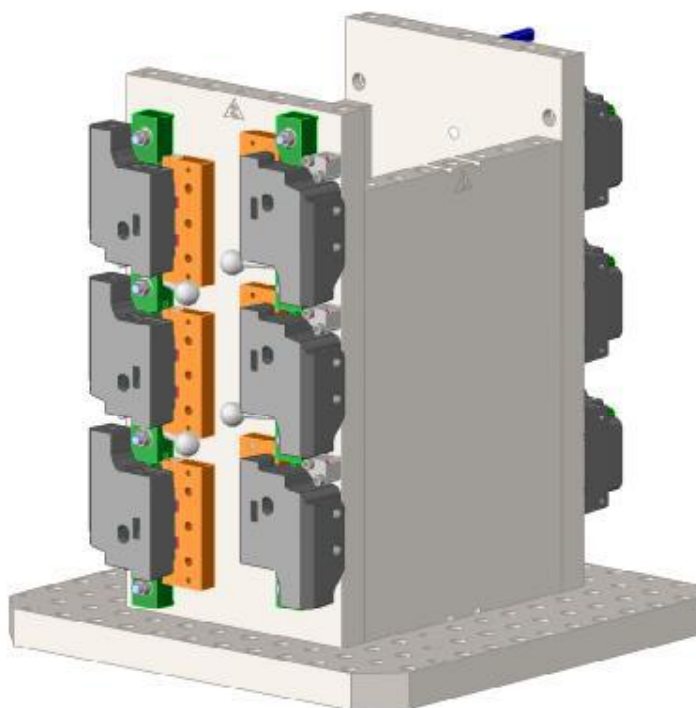
Rozjezdy v osách X-Y-Z.....	800-800-800 [mm]
Rozsah otáček.....	0-12000 [ot/min]
Krouticí moment/ výkon.....	1 053/37 [Nm/kW]
Rychloposuvy v osách X-Y-Z.....	60 [m/min]
Rozměr palety.....	630 x 630 [mm]
Maximální ložná váha.....	1200 [kg]
Upínací systém držáků nástrojů.....	SK 50
Zásobník nástrojů.....	60 [kusů]
Řídicí systém.....	Sinumerik 840 D



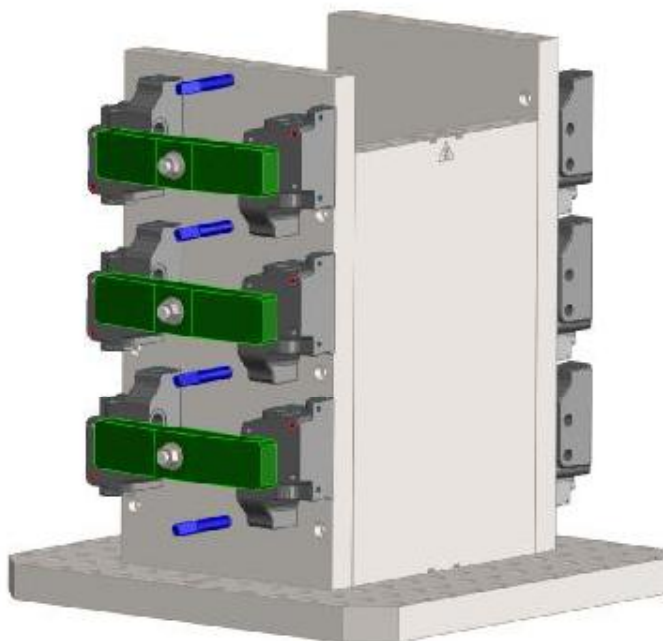
7 Přípravky

Přípravky jsem volil dle požadavků přesnosti a sériovosti tak, aby byly aplikovatelné na výrobní zařízení firmy TFA alfa s.r.o. Volba stroje Maho Deckel DMC H 80 duo block mi nabízí použití dvou palet tak, aby se eliminovaly vedlejší strojní časy potřebné k výměně kusů. Proto jsem se rozhodl použít dvou přípravků.

Prvním přípravkem je universální stavebnicový systém USS ze sortimentu výrobků firmy TFA alfa s.r.o. doplněna o speciální upínací elementy pro upnutí a polohování obrobku. Na tomto přípravku je upnuto 2 x 6 kusů, které se budou obrábět ve třech polohách. Výkres sestavení viz příloha č. 4.

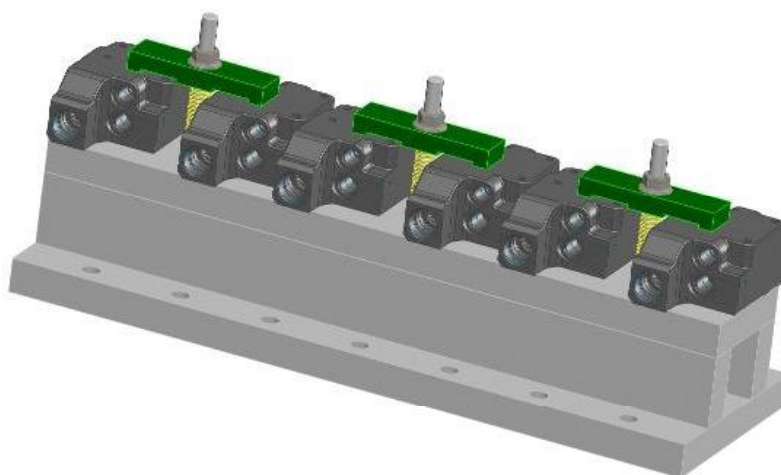


Obrázek číslo 9 - pohled číslo 1 na navržený přípravek USS z programu Solid Works



Obrázek číslo 10 - pohled číslo 2 na navržený přípravek USS z programu Solid Works

Druhý přípravek se řeší jako svařenec, který řeší šestinásobné upnutí bloku EHR-STEYER pro obrobení ve dvou polohách a jedno upnutí. Tento obrobek se skládá z obrobeneho svařence, který je doplněn polohovacími a upínacími prvky. Výkres sestavení viz příloha č. 5.



Obrázek číslo 11 - pohled na navržený speciální přípravek z programu Solid Works



8 Technologický postup

Technologický postup volím na základě požadované přesnosti a četnosti sériové výroby hydraulického bloku EHR-STEYER s využitím přípravků, speciálních nástrojů, horizontálního obráběcího centra Maho Deckel DMC H 80 duo block a softwaru Solid CAM.

Vzhledem k použití přípravků volím operace obrábění na dvě etapy. První etapa se týká 1. až 3. polohy na prvním přípravku a 4. a 5. polohy na přípravku speciálním. Technologický postup viz příloha č. 6.

8.1 Výpis vlastního procesu obrábění

První přípravek USS - Program: 6489 - viz příloha č 13.

1. poloha- viz obrázek číslo 12

Frézovat základnu na míru 68

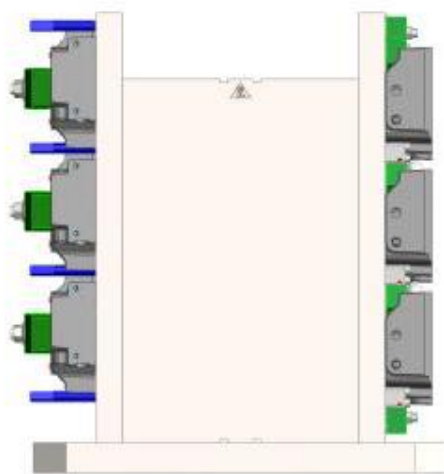
zafrézovat drážku $\text{š} = 25$ v dl.23.5 do hl.1,85^{+0,1}

zatočit zápich $\text{ø}66\text{H}11/\text{ø}56_{-0,45}$ do hl.2,6^{+0,1}

předvrtat 8,5 – 4x

dovrtat $\text{ø}8,5/\text{ø}10,5\text{H}12$ – 4x

závitovat M10 do hl.49,5⁺²



Obrázek číslo 12 - pozice při obrábění první polohy



2. poloha- viz obrázek číslo 13

Frézovat bok s ohledem na míru 101

předvrtat, protočit $\varnothing 20,55$ hl.28 (**R1**)

$\varnothing 20,55$ hl.24^{+0,2} (**A**)

vrtat $\varnothing 11,5/\varnothing 19,5^{+0,1}$ na kótu 50,5 (**A**)

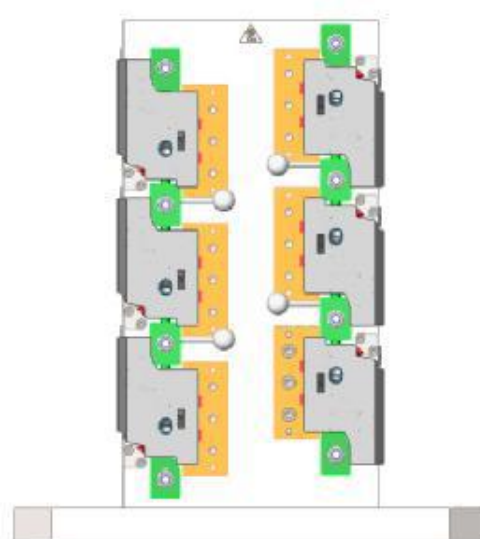
$\varnothing 2H11$ hl.7 – 2x

zhloubit $\varnothing 34$ min. na míru 100 – 2x (**A** , **R1**)

frézovat zápich $\varnothing 1,5^{+0,15}$ na $\varnothing 22,5^{+0,2}$ v hl.19,5_{-0,2}

Srazit hrany

Frézovat závit M22x1,5 hl.14⁺¹ – 2x

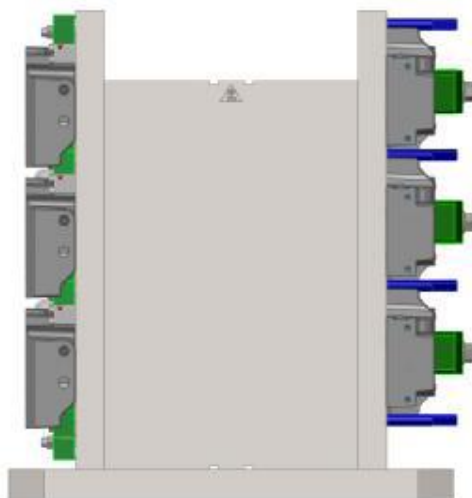


Obrázek číslo 13 - pozice při obrábění druhé polohy

3. poloha- viz obrázek číslo 14

Frézovat bok na míru 101

Vrtat, frézovat M8x12/16 – 2x



Obrázek číslo 14 - pozice při obrábění třetí polohy

Druhý přípravek svařenec- Program: 6490- viz příloha č 14.

4. poloha- viz obrázek číslo 15

Frézovat čelo s ohledem na míru 152

frézovat sražení $5 \times 45^\circ$

zafrézovat zahloubení $\varnothing 42$ min. hl.1 (**III.**)

$\varnothing 28$ min. na kótu $107^{+0,05}$ (**I.** , **II.**)

vrtat $\varnothing 23,75/\varnothing 29,25/\varnothing 31,5$ (**III.**)

$\varnothing 14/\varnothing 18$ (**I.**)

$\varnothing 14,7/\varnothing 18,3$ (**II.**)

zafrézovat sražení 30° v otvoru (**III.**)

frézovat závit M33x1,5 hl.12⁺¹ (**III.**)

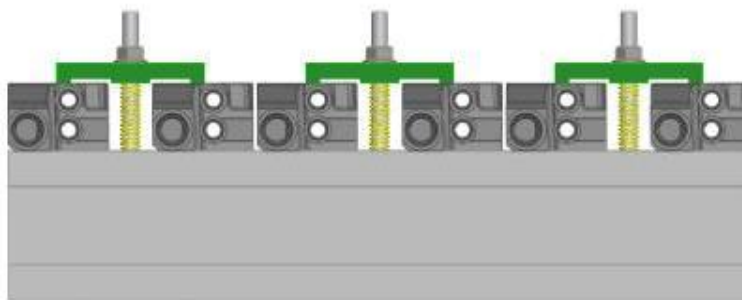
M20x1,5 hl.17⁺¹ (**I.**)

M19x1 hl.18,5⁺¹ (**II.**)

stružit $\varnothing 14,94H7$ (**II.**)

$\varnothing 18,5^{+0,05}$ (**II.**)

$\varnothing 24H8/\varnothing 29,5H8$ (**III.**)



Obrázek číslo 15 - pozice při obrábění čtvrté polohy

5. poloha- viz obrázek číslo 16

Frézovat ubrání na míry 152 a 23

předvrtat $\varnothing 8,5$ (II.)

vrtat $\varnothing 14/\varnothing 18$ (I.)

$\varnothing 16/\varnothing 16,5$ (II.)

hrubovat $\varnothing 14,7$ (I.)

frézovat sedlo $\varnothing 17 - 1x$ (II.)

sedlo $\varnothing 17 - 6x$ (I.)

frézovat závit M18x1,5 hl.13 (I.)

M19x1 hl.8,5⁺¹ (II.)

stružit $\varnothing 14,94H7$ (I.)



Obrázek číslo 16 - pozice při obrábění páté polohy

Součástí technologického postupu je tabulka obsahující hodnoty průběžně kontrolované v procesu sériové výroby - viz příloha č. 7.



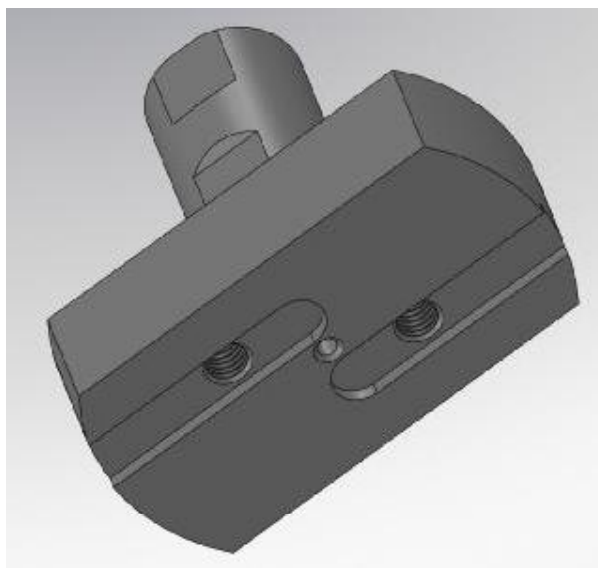
9 Volba nástrojů

Volba nástrojů byla řešena na základě rozboru jednotlivých opracovávaných ploch a otvorů v jednotlivých obráběcích polohách. Při volbě nástrojů jsem bral zřetel na vysokou technickou úroveň zvoleného výrobního zařízení, kterým je stroj Maho Deckel DMC H 80 duo block. Tento stroj umožňuje obrábět vysokými řeznými rychlostmi s vysokou efektivitou obrábění, a proto byly voleny nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami a dále převážně nástroje tvrdokovové HM. Tyto skupiny nástrojů umožňují obrábět vysokou efektivitou při maximálním využití parametrů strojního zařízení včetně jeho tuhosti.

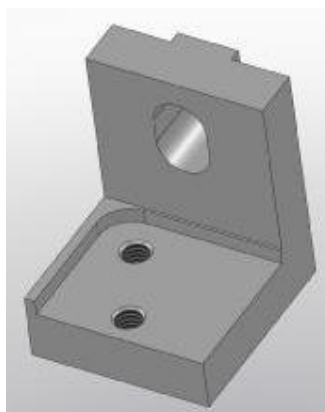
Při výběru nástrojů jsem volil i nástroje, které firma TFA alfa s.r.o. ve svém sortimentu na obráběcích centrech využívá. Tyto nástroje byly dále doplněny o nástroje speciální a nástroje, které byly navrženy speciálně pro obrábění bloku EHR-STEYER. Detailní výpis nástrojů s použitými VBD, s dobami v řezu, výrobcem a označením jsou v příloze č. 8.

9.1 Návrh speciálního nástroje pro vytvoření zápichu

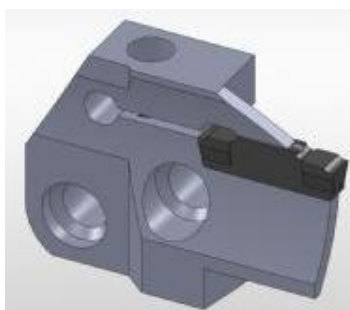
Vzhledem ke složitosti dílu EHR-STEYER musely být poptány firmou TFA alfa s.r.o. speciální nástroje pro obrábění daného dílu. Jedním z těchto nástrojů je zapichovací nástroj T4. Tento nástroj byl navržen a nabídnut firmou KROMI, cenová nabídka na tento nástroj byla 82 400 Kč. Cenová náročnost této nabídky se jevila pro použití v daném projektu jako velice problematická. Z tohoto důvodu se firma TFA alfa s.r.o. rozhodla zpracovat vlastní řešení nástroje T4. K návrhu daného nástroje byl použit držák destiček pro tvorbu čelních zápichů při soustružení, tyto držáky destiček jsou dodávány firmou ISCAR, zbývající části nástroje tj. těleso držáku a nosič držáku byly navrženy pro tento konkrétní zápich firmou TFA alfa s.r.o. Pro zavedení tohoto nástroje do procesu obrábění daného bloku byl nástroj ve firmě TFA alfa s.r.o. vyroben a zkompleťován po nakoupené části firmy ISCAR. Cenové náklady vlastního řešení nástroje T4 dosáhly celkové částky 15 200 Kč.



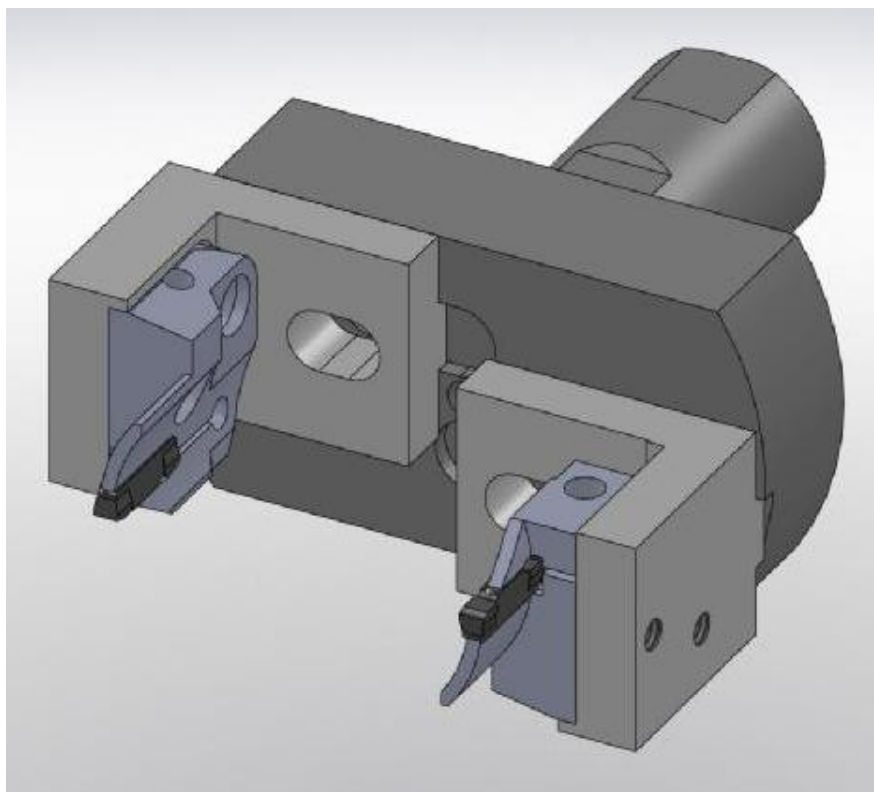
Obrázek číslo 17 - těleso držáku



Obrázek číslo 18 - nosič držáku



Obrázek číslo 19 - normalizovaný držák nástroje



Obrázek číslo 20 - návrh zapichovacího nástroje

Výkres tělesa nástroje T4 viz příloha č. 9.

Výkres držáku nástroje T4 viz příloha č. 10.

9.2 Výpis použitých nástrojů pro obrábění bloku EHR-STEYER

T1.	Rovinná fréza $\varnothing 125$ F4033.B.125.Z10.06 SNGX1205ANN-F57-WKP25	WALTER	F1000	S650
T2.	Kombin.vrták $\varnothing 8,5\text{m}7/\varnothing 10,5\text{m}7$ KROMI H.100095.1.1.1		F600	S3600
T3.	Závitník M10 5559 - 10.000 R-NB	GÜHRING	F450	S300
T4.	Zápich.nás. $\varnothing 66\text{H}11/\varnothing 56-0,45$ TFA+ISCAR DGS 4-030 AH725-BCW209		F15	S450
T5.	Fréza $\varnothing 16$ HM - hrubovací 113190A.160	K-TOOLS	F540/100	S2000
T6.	Vrtací závit.fréza M8		F175/400	S3900
T7.	Sraž.hrany $\varnothing 27/90^\circ$	BURIAN	F250/150	S2500



	TPMT160308-IC3028		
T8.	Kombin.nás.ø14/ø18/90°/30°/ø20,6 KROMI H.100095.1.1.2	F300	S2300
T9.	Kombin.nás.ø14/ø18/90°/30°/ø20,6 KROMI H.100095.1.1.3	F150	S2300
T10.	Kombin.nás.ø14,7/ø18,3/ø21,85 KROMI H.100095.1.1.4	F200	S2250
T11.	Spec.výstružník ø18,52 KROMI H.100095.1.1.11	F165	S500
T13.	Spec.výhrubník ø14,7 KROMI H.100095.1.1.5	F220	S1600
T14.	Zápich.nás.ø14 š=2,5 SIMTEK S14.1208.56 A HM S14.0250.02 G	F300	S2300
T15.	Výstružník ø14,84/ø14,94H7 HAM-FINAL 6810-262	F60	S530
T16.	Protáč.nás.ø20,55 SECO A780 09 CCMT060204-14	F60	S1100
T17.	Záhlubník ø34 KENNAMETAL CBTF340R2WD32N3M SPHX090304R20-KC7215	F150	S750
T18.	Kombin.vrták ø11,5m7/90°/ø19,5 KROMI H.100095.1.1.10	F100	S900
T19.	Zápich.nás.ø14 š=1,5 SIMTEK S14.1208.29 A HM S14.0150.02 G	F500	S3000
T20.	Spec.vrták ø23,75/ø29,25/ø31,5 KROMI H.100095.1.1.8	F200	S1000
T22.	Spec.sraž.hrany ø20/30° KROMI H.100095.1.1.7	F400	S1600
T26.	Kombin.nás.ø16/ø16,5 KROMI H.100095.1.1.6	F300	S2500
T29.	Spec.výstružník ø24H8/ø29,5H8 KROMI H.100095.1.1.9	F140	S310
T30.	Vrták ø8,5 HM - pilot GÜHRING 5515	F650	S2800
T31.	Závit.fréza M12x1,5 SECO TM-MF12X1.5ISO-12R5	F350	S3950
T32.	Vrták ø2 HM GÜHRING 00732-WN R-N	F100	S3000
T33.	Popis.fréza (navrtávák)	F500/100	S3900
T34.	Rovinná fréza ø50 - načis. WALTER	F1600	S1600



	F4042.T45.050.Z05.15 ADKT1606PER-F56-WAK15		
T35.	Fréza ø20 PL WALTER F4042R.W20.020.Z03.10 ADMT10T308R-F56-WKK25	F1000	S3150
T36.	Závit.fréza M10x1 SECO TM-MF10X1.0ISO-10R5	F350	S3950
T37.	Rovinná fréza ø100 hrub. WALTER F4033.B.100.Z08.06 SNMX1205ANN-F57-WKK25	F1200	S750
T38.	Fréza ø16 HM - načisto K-TOOLS 113190A.160	F400/100	S2000
T39.	Sražení hrany ø10	F150/1000	S3000
T40.	Rovinná fréza ø50 - hrub. WALTER F4042.T45.050.Z05.15 ADMT160608R-D56-WKK25	F1600	S1300
T42.	Vrták ø19 PL WIDIA 1 216 56 319 00 XOMT070304-35 - TN5515	F100	S2350
T43.	Záhlubník ø42 WIDIA CBTF420R2WD32N3M SPHX120404R20 - KC7215	F40	S700
T44.	Záhlubník ø28 WIDIA CBTF280R2WD20N3M SPHX090304R20 - KC7215	F40	S900
T45.	Závit.fréza M10x1,5 SECO TM-M10X1.5ISO-10R5	F250/150	S3900
T46.	Vrták ø21,5 PL WALTER B3213.F.021,5.Z01.064.R P28479-2 - WXP40	F200	S1500
T47.	Kombin. vrták ø14/ø17	F300	S1800
T48.	Vrták ø14 HM GARANT 122760	F550	S2200
T49.	Spec. fréza ø14 HAM-FINAL 6860-154	F100	S1400

Tabulka číslo 1 - Stručný výpis všech použitých nástrojů



10 Ověřovací série

V termínu od 27. 4. 2011 do 6. 5. 2011 proběhla výroba ověřovací série v počtu 200 ks. Cílem ověřovací série bylo odzkoušení celkového návrhu obrábění bloku EHR-STEYER. Stroj byl osazen přípravkem č. 1 a speciálním přípravkem č. 2, které byly navrženy pro výrobu bloku EHR. Pro obrábění bylo použito navržených nástrojů, řezných podmínek a zpracovaných programů. V průběhu odladování výroby se řešily jak úpravy vlastního programu, tak i řezné podmínky jednotlivých nástrojů. Konečným výsledkem bylo opracování bloku EHR-STEYER dle výrobní dokumentace.

Pro schválení sériové výroby tohoto bloku je nutné schválení opracovaného bloku odběratelem. Z tohoto důvodu firma ARGO Hytos obdržela opracovaný blok s kompletním měřicím protokolem ke schválení sériové výroby. Měřicí protokol předaného opracovaného bloku EHR je v příloze č. 11. Součástí měření je výkres, kde jsou měřené rozměry vyznačeny - viz příloha č. 12. Z uvedené tabulky kontrolovaných rozměrů byla vytvořena tabulka naměřených hodnot v porovnání s požadovanými rozměry, z tabulky vyplývá, že naměřené hodnoty odpovídají hodnotám požadovaným. Tímto je potvrzena geometrická přesnost navržených nástrojů, správnost volby řezných podmínek a vlastního programu obrábění.

Pozice	Měřený rozměr	Naměřeno	Pozice	Měřený rozměr	Naměřeno
1	Rovina 0,03 / 100mm	0,016	62	D 42 min.	42,2
2	D 66 H11	66,1	63	D 29,5 H8	29,52
3	D 56 $-0,45$	55,83	64	HL: 25	Ok
4	2,6 $+0,1$	2,66	65	D 24 H8	24,02
5	45,5 $\pm 0,1$	45,44	66	HL. 60	60
6	39	39	67	\uparrow / 0,05 A	0,02
7	25	25,07	68	1	1
8	23,5	23,6	69	HL.Z. 12 $+1$	12,8
9	11,75	11,78	70	14 $-0,2$	13,91
10	1,85 $+0,1$	1,93	71	35 $\pm 0,1$	34,98



11	D 10,5 H12	10,6	72	↑ / 0,05 A	0,02
12	10 ±0,1	10,01	73	2,1 -0,1	2,04
13	12,5 ±0,1	12,45	74	50,7 -0,3	50,58
14	10 ±0,1	10,01	75	62	62
15	78,5 ±0,1	78,45	76	M 18 x 1,5	Ok
16	26,5 ±0,1	26,44	77	D 15	14,94
17	82 ±0,1	81,95	78	HL.Z. 13	13,2
18	64,5 ±0,1	64,4	79	D 16	16,03
19	82 ±0,1	81,92	80	D 17	17,02
20	HL. 30,5 ±0,5	30,4	81	40	40,03
21	HL.Z. 49,5 ⁺²	50,2	82	21	20,99
22	M 10	Ok	83	51,5 ±0,05	51,51
23	-152	151,97	84	107 ±0,05	107,01
24	M 8	Ok	85	M 20 x 1,5	Ok
25	30	29,95	86	D 18,5 +0,05	18,52
26	55	55,06	87	D 28 min.	28,25
27	157	157,02	88	D 21,8 +0,1	21,84
28	HL Z. 12	15	89	↑ / 0,1 B	0,02
29	HL. 16	17,8	90	< 30° ±2°	30°06′
			91	2,4 +0,2	2,46
30	R1 M 22 x 1,5	Ok	92	HL.Z. 17 ⁺¹	17,02
31	90	89,92	93	30 ±0,1	29,98
32	51	50,9		B - B	
33	HL. 28	27,97	94	M 19 x 1	Ok
34	HL.Z. 14 ⁺¹	14,7	95	40	40,04
35	1	1	96	51	51,01
36	D 34 min.	34,25	97	D 14,94H7	14,949
37	A M 22 x 1,5	Ok	98	↑ / 0,1 C	0,04
38	45,5	45,41	99	HL.Z. 8,5 ⁺¹	8,8
39	51	50,9	100	D 18	18,02
40	D 20,55	20,56	101	↑ / 0,1 C	0,02
41	D 22,5 ^{+0,2}	22,64	102	HL. 11 ^{+0,2} _{+0,1}	11,17



42	D 19,5 ^{+0,1}	19,56	103	D 20,5 ^{+0,2}	20,63
43	D 11,5	11,51	104	HL. 2,7 ^{+0,2}	2,83
44	D 34 min.	34,25	105	↑ / 0,1 C	0,02
45	HL. 50,5	50,6	106	< 30° ±2°	30°10′
46	HL. 43 ± 0,1	43,05	107	HL. 37 _{-0,2}	36,91
47	HL. 24 ^{+0,2}	24,07	108	11 _{-0,2}	10,9
48	HL. 19,5 _{-0,2}	19,38	109	HL. 51 ±0,05	51,01
49	HL.Z. 14 ⁺¹	14,7	110	11 ±0,05	11,01
50	1,5 ^{+0,15}	1,56	111	67 _{-0,2}	66,91
51	90° ±0,5°	90	112	11 _{-0,2}	10,91
52	101	100,97	113	82 ±0,05	82,02
53	100	99,94	114	107 ±0,05	107,01
54	D 2 H11	2,01	115	D 20,5 ^{+0,2}	20,55
55	20	19,94	116	< 30° ±2°	30°09′
56	92	92,04	117	↑ / 0,1 C	0,02
57	118	118,06	118	M 19 x 1	Ok
58	HL. 7	7	119	↑ / 0,1 C	0,04
	A - A		120	D 18	18,02
59	M 33 x 1,5	Ok	121	↑ / 0,1 C	0,02
60	81,5	81,53	122	2,7 ^{+0,2}	2,85
61	21	21,02	123	HL.Z. 18,5 ⁺¹	18,8

Tabulka číslo 2 - porovnání naměřených hodnot

10.1 Měřicí zařízení Wenzel

Měření bylo provedeno na 3osém měřícím přístroji v metrologickém středisku firmy TFA alfa. Jedná se o CNC měřicí přístroj, který umožňuje vytvoření měrového a statistického protokolu včetně vyhodnocení všech tolerančních indexů pomocí softwaru. Jeho konstrukce je portálová a má mnoho různých typů a druhů měřících doteků. Vhodná volba měřících doteků při vlastním procesu měření umožňuje měřit požadované rozměry a tyto naměřené hodnoty současně vyhodnocovat



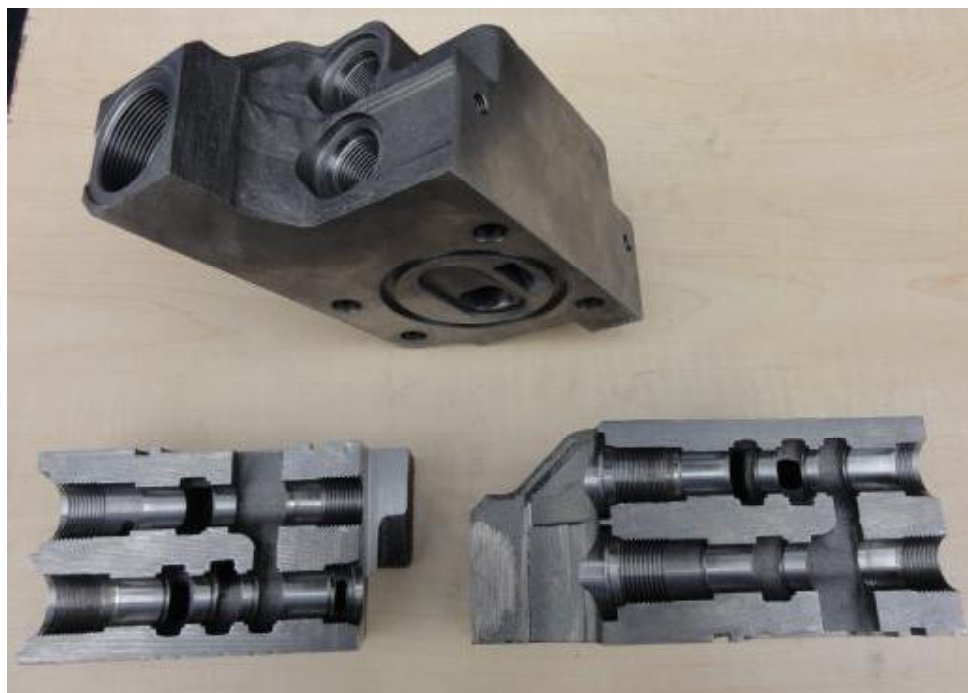
k předepsaným tolerančním polím jednotlivých rozměrů. Tento měřicí přístroj je vhodný jak pro kusovou, tak i pro sériovou výrobu díky možnosti naprogramování celého procesu měření.



Obrázek číslo 21 - Měřicí přístroj Wenzel LH 87

V průběhu zkušební série byly změřeny časy opracování na jednotlivých paletách. Tyto časy opracování byly použity v technicko-ekonomickém hodnocení. Na základě předaného vzorového opracovaného bloku EHR-STEYER byla konečným odběratelem schválena sériová výroba ve firmě TFA alfa s.r.o.

Během ověřovací série byl blok EHR-STEYER podroben detailní kontrole předepsaných rozměrů a kontrole jakosti opracování ploch. Pro tuto kontrolu byl blok EHR-STEYER rozříznut. Toto bylo provedeno z toho důvodu, že měřicí zařízení pro kontrolu jakosti opracování ploch svým vybavením snímací hlavy neumožňuje vyhodnotit jakost opracování ve všech částech obrobeného dílu. Destrukci dílu a následným měřením byla potvrzena správnost volby nástrojů a volby rezných podmínek. Zvolené řešení splňuje požadavky na přesnost a jakost opracovaných ploch.



Obrázek číslo 21 - Rozříznutý blok EHR-STEYER



11 Technicko-ekonomické zhodnocení

V technicko-ekonomickém hodnocení se budu zabývat výpočtem skutečných výrobních nákladů na výrobu bloku EHR-STEYER.

Tento propočet bude sloužit k vyhodnocení efektivnosti nové výroby, neboť prodejní cena bloku EHR-STEYER musela být mezi firmou TFA alfa s.r.o. a odběratelem ARGO HYTOS dohodnuta před zahájením výroby tohoto bloku.

Prodejní cena byla firmou TFA alfa s.r.o. stanovena na základě předběžných rozborů a cenovým jednáním s odběratelem. Výsledkem tohoto jednání byla prodejní cena stanovena na 1304 Kč. Tato cena obsahuje cenu odlitku a cenu opracování, kde cena odlitku činí 500 Kč a cena opracování 804 Kč.

V další části se budu zabývat výpočtem výrobních nákladů bloku EHR-STEYER.

Celková výrobní cena bloku EHR-STEYER je složena z následujících dílčích hodnot, které v součtu stanoví celkovou výrobní cenu.

1. Cena opracování - opracování na stroji Maho Deckel a mechanické dokončení bloku
2. Nástrojové náklady
3. Podíl ceny upínačů

Celková výrobní cena = cena opracování + nástrojové náklady + podíl ceny upínačů

11.1 Cena opracování

Blok EHR-STEYER je obráběn na horizontálním obráběcím centru Maho Deckel DMC H 80 duo block. Tento stroj je dvoupaletový, proto jsou pro výpočet pracnosti započteny pouze časy opracování na jednotlivých upínacích přípravcích.



Časy výměny a upínání kusů nejsou započítány, neboť probíhají v překrytém čase, kdy stroj pracuje na protilehlé paletě.

Měřením byl stanoven čas opracování šesti bloků EHR-STEYER na paletě číslo 1 na 83 minut a 56 sekundy. Na paletě číslo 2 je čas opracování 117 minut a 2 sekundy. V následujících tabulkách je zpracován detailně čas řezu jednotlivých nástrojů. Časy nástrojů v řezu jsou uvedeny včetně výměny a nájezdů jednotlivých nástrojů.

Program : 6489 (upnuto 2x6 ks)

	čas
T37. Rovinná fréza ø100 hrub. WALTER	0:10:55
T5. Fréza ø16 HM - hrubovací	0:02:42
T30. Vrták ø8,5 HM - pilot GÜHRING	0:02:24
T2. Kombin.vrták ø8,5m7/ø10,5m7	0:05:18
T32. Vrták ø2 HM GÜHRING	0:02:48
T42. Vrták ø19 PL - WIDIA	0:06:54
T16. Protáč.nás.ø20,55	0:09:24
T18. Kombin.vrták ø11,5m7/90°/ø19,5	0:03:36
T17. Záhlubník ø34 KENN.	0:01:48
T19. Zápich.nás.ø14 š=1,5	0:02:06
T7. Sraž.hrany ø27/90° BURIAN	0:02:06
T4. Zápich.nás.ø66H11/ø56-0,45	0:03:30
T3. Závítník M10	0:03:30
T31. Závít.fréza M12x1,5 SECO	0:04:06
T6. Vrtací závít.fréza M8	0:02:54
T39. Sražení hrany ø10	0:03:28
T38. Fréza ø16 HM - načisto	0:02:42
T1. Rovinná fréza ø125 načíst. WALTER	0:10:57
T33. Popis.fréza (navrtávák)	0:02:48
	1:23:56

Tabulka číslo 3 - Časy nástrojů v řezu první palety

**Program : 6490 (upnuto 6 ks)**

	čas
T40. Rovinná fréza ø50 - hrub. WALTER	0:05:19
T48. Vrták ø14 HM	0:01:54
T47. Kombin. vrták ø14/ø17	0:05:24
T37. Rovinná fréza ø100 hrub. WALTER	0:01:43
T46. Vrták ø21,5 PL WALTER	0:03:42
T35. Fréza ø20 PL WALTER	0:05:42
T20. Spec.vrták ø23,75/ø29,25/ø31,5	0:03:42
T49. Spec.freza ø14	0:09:06
T9. Kombin.nás.ø14/ø18/90°/30°/ø20,6	0:04:12
T10. Kombin.nás.ø14,7/ø18,3/90°/30°/ø21,85	0:03:48
T8. Kombin.nás.ø14/ø18/90°/30°/ø20,6	0:02:30
T26. Kombin.nás.ø16/ø16,5	0:02:12
T13. Spec.výhrubník ø14,7	0:03:54
T14. Zápich.nás.ø14 š=2,5	0:13:24
T22. Spec.sraž.hrany ø20/30°	0:02:00
T31. Závít.fréza M12x1,5 SECO	0:05:48
T36. Závít.fréza M10x1 SECO	0:05:06
T45. Závít.fréza M10x1,5 SECO	0:02:42
T34. Rovinná fréza ø50 - načisto WALTER	0:03:54
T38. Fréza ø16 HM - načisto	0:02:30
T43. Záhlubník ø42 - WIDIA	0:02:00
T44. Záhlubník ø28 - WIDIA	0:03:24
T15. Výstružník ø14,94H7	0:18:00
T11. Spec.výstružník ø18,52	0:02:42
T29. Spec.výstružník ø24H8/ø29,5H8	0:02:54
	1:57:32

Tabulka číslo 4 - Časy nástrojů v řezu druhé palety

Firma TFA alfa s.r.o. má pro jednotlivé stroje ve svém strojním parku stanoveny minutové ceny za opracování. Pro stroj Maho Deckel DMC H 80 duo block je cena stanovena na 15 Kč/min.

Pracnost mechanického dokončení bloku EHR-STEYER je 7 minut. Cena minuty mechanického opracování je ve firmě TFA alfa s.r.o. stanovena ve výši 5 Kč/min.



Cena opracování = (pracnost 1. Palety/6 + pracnost 2. Palety/6) x minutová sazba stroje + pracnost mechanického dokončení x minutová sazba mechanického dokončení

Cena opracování = $(83,933/6 + 117,53/6) \times 15 = 33,577 \times 15 + (7 \times 5) = 538,655 \text{ Kč/ks}$

11.2 Nástrojové náklady

Celkové nástrojové náklady na 1 vyrobený kus. V tabulce jsou vyčísleny nástrojové náklady ve výši 111,63 Kč/ks. V těchto nákladech jsou promítnuty náklady na nákup nástrojů monolitních včetně vedlejších nástrojových nákladů a spotřeba VBD u nástrojů využívajících tuto technologii.



NÁSTROJE - NÁKLADY NA VÝROBU 1 KUSU

č.n	název - rozměr	označení	cena nástr.	VBD	cena VBD/ks	cena VBD celkem	život. VBD/min/	čas nástr.v řezu/min./	nástroj. náklady/ks
T1.	Rovinná fréza Ø125	Walter F4033 B125Z10 06	19491,00	10xSNGX1205ANN-F57-WKP25	303,28	3032,80	480	1,75	11,06
T4.	Zápich nástr. Ø66H11/Ø56-0 45	TFA+Isicar	15200,00	2xDGS 4-030 AH725-BCW209	450,00	900,00	120	0,58	4,35
T7.	Sráž. Nástr. Ø27/90°	Burian	3500,00	2xTPMT160308-IC3028	155,00	310,00	180	0,35	0,60
T14.	Zápich nástr. Ø14 š=2,5S14 0250 02G	Simtek 14.0250.02 G	3520,00	1xS14.1208.56 A HM	520,80	520,80	220	2,23	5,28
T16.	Protáček nástr. Ø20 55	SECO A780 09	15500,00	1xSECO CCMT060204-14	73,50	73,50	120	1,56	0,96
T17.	Záhlubník Ø34	Kennametal CBTF340R2WD32N3M	4500,00	1xSPHX090304R20-KC7215	450,00	450,00	150	0,3	0,90
T19.	Zápich nástr. Ø14 š=1,5S14 0150 02G	Simtek 14.0150.02 G	2869,00	1xS14.1208.29 A HM	520,80	520,80	220	0,35	0,83
T34.	Rovinná fréza Ø50-načisto	Walter F4042 T45.050 Z05.15	8490,10	5xADKT10T1606PER-F56-WKK25	289,70	1448,50	240	0,65	3,92
T35.	Fréza Ø20PL	Walter F4042R.W20.020Z03 10	5727,85	3xADMT10T308R-F57-WKK25	223,05	669,15	240	0,95	2,65
T37.	Rovinná fréza Ø100hrub	Walter F4033B 100 Z08 06	4500,00	8xSNMX1205ANN-F57-WKK25	238,70	1909,60	640	0,28	0,84
T40.	Rovinná fréza Ø50-hrubovaci	Walter F4042 T45.050 Z05.15	8490,00	5xADMT160608R-D56-WKK25	238,70	1193,50	240	0,89	4,43
T42.	Vrták Ø19 PL	Widia I2165631900	4500,00	2xXOMT070304-35-TN5515	338,20	676,40	360	1,15	2,16
T43.	Záhlubník Ø42	Widia CBTF420R2WD20N3M	5200,00	3xSPHX120404R20-KC7215	458,40	1375,20	180	0,33	2,52
T44.	Záhlubník Ø28	Widia CBTF280R2WD20N3M	4220,00	3xSPHX090304R20-KC7215	418,40	1255,20	180	0,57	3,97
T46.	Vrták Ø21 5 PL	Walter B3213 F021 5 Z01 064R	7394,00	2xP28479-2-WXP40	164,50	329,00	280	0,61	0,72
			113101,95						

VÝPOČTY : vedl.náklady nástroje = počet broušení x cena broušení
 pro přebroušované nástroje
 nástrojové náklady /ks = (cena nástroje + vedlejší nákl. nástr.) / ((počet broušení + 1) x trv.nástr.
 pro nástroje s VBD
 nástrojové náklady/ks = (čas nástr. v řezu / životnost VBD) x cena VBD celkem

Tabulka číslo 5 - Kalkulace nástrojů s VBD



č.n	název - rozměr	označení	nástr.	VBD	počet br.	cena br.	vedl. nákl. nástr.	tvr.nástr. ks	nástroj. náklady/ks
T2	Kombin. vrtákØ8,5m7/10,58m7	Kromi H100095,1.1.1	4262,20		5	420,00	2100	200	5,30
T3	Závítník M10	Guhring 559-10 000 R-NB	405,00					400	1,01
T5	Fréza Ø16HM-hrubovací	K-Tools 113190A160	1200,00		5	350,00	1750	400	1,23
T6	Vrtací závitová fréza M8	BGP TiCN M8 IKZ-2xD	7184,00		1	550,00	550	900	4,30
T8	Kombin.nástr.Ø14/Ø18/90°/30°/Ø20,6	Kromi H100095,1.1.2	9160,80		5	900,00	4500	1100	2,07
T9	Kombin.nástr.Ø14/Ø18/90°/30°/Ø20,6	Kromi H100095,1.1.3	12479,00		5	950,00	4750	900	3,19
T10	Kombin.nástr.Ø14,7/Ø18,3/Ø21,85	Kromi H100095,1.1.4	13275,00		5	1100,00	5500	700	4,47
T11	Spec.výstružník Ø18,52	Kromi H100095,1.1.11	11062,90		5	800,00	4000	800	3,14
T13	Spec.výhrubník Ø14,7	Kromi H100095,1.1.5	7713,00		6	600,00	3600	600	2,69
T15	Výstružník Ø14,94H7	Ham-Final 6810-262	7000,00		6	800,00	4800	800	2,11
T18	Kombin.vrták Ø11,5m7/90°/Ø19,5	Kromi H100095,1.1.10	10046,00		5	700,00	3500	600	3,76
T20	Spec.vrtákØ23,75/Ø29,25/Ø31,5	Kromi H100095,1.1.8	19963,10		5	800,00	4000	500	7,99
T22	Spec.sraž hranyØ20/30°	Kromi H100095,1.1.7	5565,00		8	350,00	2800	1200	0,77
T26	Kombin.nástr.Ø16/Ø16,5	Kromi H100095,1.1.6	8188,25		5	520,00	2600	1400	1,28
T29	Spec.výstružník Ø24H8/Ø29,5H8	Kromi H100095,1.1.9	11611,85		5	1200,00	6000	500	5,87
T30	VrtákØHM-pilot	Guhring 5515	1200,00		8	220,00	1760	600	0,55
T31	Závít. fréza M12x1,5	Seco TM-MF12x1,5 ISO-12R5	5500,00		3	550,00	1650	800	2,23
T32	Vrták Ø2HM	Guhring 00732-WNR-N	800,00		4	130,00	520	400	0,66
T33	Popisovací nástroj -navrtáček A2	ČSN 221110	520,00				0	700	0,74
T36	Závít.fréza M10x1	Seco TM-MF10x1,0 ISO-10R5	4000,00		3	500,00	1500	800	1,72
T38	Fréza Ø16HM-načisto	K-Tools 113190A160	1200,00		8	350,00	2800	500	0,89
T39	Srážení hrany Ø10	Ham-Final 6850-040	1200,00		6	280,00	1680	300	1,37
T45	Závít.fréza M10x1,5	Seco MT-M10x1,5ISO-10R5	4200,00		3	500,00	1500	800	1,78
T47	Kombin. Vrták Ø14/Ø17	Ham-Final6870-135	3500,00		6	600,00	3600	400	2,54
T48	Vrták Ø14HM	Garantl122760	2150,00		6	450,00	2700	350	1,98
T49	Spec.fréza Ø14	Ham-Final 6810-154	3340,00		6	750,00	4500	400	2,80
			156 726,10 Kč						



K hodnotě nástrojových nákladů ve výši 111,63 Kč/ks je pro výpočet nástrojových nákladů nutno přičíst nákupní cenu držáků k nástrojům s VBD ve výši 113 101,95 Kč.

Pro zajištění plynulého chodu sériové výroby byly nástroje využívající VBD zakoupeny ve dvojím provedení. Nákup těchto nástrojů je z důvodu náhrady v případě kolize nebo jiné nepředvídatelné situace, kdy by došlo k nevratnému poškození nástroje. Předpoklad životnosti těchto nástrojů je doba trvání tohoto projektu, to je 5 let. Za toto období bude vyrobeno podle minimálního předpokladu projektu celkem kusů = doba projektu v letech x minimální počet kusů/rok =

$$5 \times 3000 = 15\,000 \text{ kusů.}$$

Nástrojové náklady na 1 kus (nosiče VBD) = (nákupní cena držáků x 2) / celkový počet vyrobených kusů za dobu trvání projektu = $(113\,101,95 \times 2) / 15\,000 = 15,08 \text{ Kč/ks}$.

Celkové nástrojové náklady na 1 kus = nástrojové náklady + náklady na nosiče VBD = $111,63 + 15,08 = 126,71 \text{ Kč/ks}$

11.3 Podíl ceny upínačů

Přípravek číslo 1 - hodnota tohoto přípravku je dle ocenění firmy TFA alfa s.r.o. ve výši 127 400 Kč.

Přípravek číslo 2 - hodnota tohoto přípravku je stanovena na 38 000 Kč.

Celkové náklady upínačů = cena 1. přípravku + cena 2. přípravku = $127\,400 + 38\,000 = 165\,400 \text{ Kč}$.

Podíl nákladů na 1 kus = celkové náklady upínačů / celkový počet kusů = $165\,400 / 15\,000 = 11,02 \text{ Kč/ks}$.

Celkové výrobní náklady = cena opracování + nástrojové náklady + podíl nákladů upínačů = $538,655 + 126,71 + 11,02 = 676,385 \text{ Kč/ks}$.



Ziskovost projektu = (prodejní cena / celkové výrobní náklady) x 100 % =
(804/676,385) x 100 % = 118,9.

Ziskovost realizovaného projektu obrábění hydraulického bloku EHR-STEYER je podle technicko-ekonomického hodnocení 18,9 %. Při výpočtu ziskovosti byly jednotlivé parametry projektu uvažovány na spodní mezní hodnoty, aby výsledek nebyl nadhodnocen.

Zisk z 1 kusu = prodejní cena opracování – celkové výrobní náklady =
= 804 - 676,385 = 127,615 Kč.

Roční zisk = zisk 1 kusu x roční množství = 127,615 x 3 000 = 382 845 Kč.

Zisk celého projektu = roční zisk x doba projektu v letech = 382 845 x 5
= 1 914 225 Kč.

Z důvodu propočtu zisku na minimální roční objemy obráběných bloků je předpoklad, že skutečný zisk projektu po celou dobu jeho trvání bude minimálně na hodnotě vypočtené a může dosahovat až hodnoty 2 233 262,5 Kč, která odpovídá roční výrobě v počtu 3500 kusů.



12 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala řešením komplexního návrhu opracování bloku EHR-STEYER. V této diplomové práci byla řešena volba vhodného výrobního zařízení, upínacích přípravků, použitých nástrojů a volba vhodného technologického postupu. Navržená řešení vycházela z požadavků odběratele na sériovost vyráběného bloku EHR-STEYER a na dlouhodobost projektu.

Výsledkem celkového řešení, které je zpracováno v diplomové práci je schválení sériové výroby tohoto bloku ve firmě TFA alfa s.r.o. konečným odběratelem na základě předaného obrobeného bloku EHR-STEYER z ověřovací série, která byla ve firmě TFA alfa s.r.o. vyrobena v rozsahu výrobní dávky 200 ks. Součástí navrženého řešení je i detailní vyhodnocení efektivnosti daného projektu.

Ze zpracovaného rozboru výrobních nákladů a porovnáním s dosaženou prodejní cenou bloku EHR-STEYER je výsledkem dosažená míra zisku za období pěti let, což je předpokládaná minimální doba trvání projektu, ve výši 1 914 000 Kč. Předpokládaný ekonomický výsledek tohoto projektu dává firmě TFA alfa s.r.o. další předpoklady pro možnost investování do progresivních technologií obrábění a předpoklad pro další rozvoj firmy TFA alfa s.r.o.



13 Použitá literatura

- [1] ROUČKA, Jaromír. Metalurgie litin. FS VUT v Brně, Technická 2 : vydala v nakladatelství PC-DIR Real, s.r.o. Brno, Technická 2. 1998. ISBN 80-214-1263-1.
- [2] HAVRILA, Michal; ZAJAC, Jozef; BRYCHTA, Josef; JURKO, Jozef; Top trendy v obrábění, I. část - Obráběné materiály, Žilina: Media/ST, s.r.o. Žilina, 2006, 205 s, ISBN 80-968954-2-7.
- [3] GIRŠOVIČ, N, G. Šedá litina – kniha 1, Krystalizace litiny a vznik její struktury, vlastnosti litiny. Státní nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, Praha II, 1955, 347 s. II-3-B2-L 13.
- [4] ŘEZÁČ, Antonín. Obrábění kovů. Státní nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, Praha I, 1963, 135 s, DT 621.9.025.
- [5] KOHOUŠEK, Stanislav. Rychlostní frézování šedé litiny. Průmyslové vydavatelství, n. p., Pardubice, Závod 0401, 1951, 84 s, D T 621.91.
- [6] ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. Akademické nakladatelství cerm, n. p. Brno, 2003, ISBN 80-214-2336-6.
- [7] HULLOVÁ, D. Progresivní nástrojové materiály. 1974, SIVO 1267.
- [8] MRKVICA, Miloš. Přípravky a obráběcí nástroje 2. díl. Ediční středisko VŠB Ostrava, Ostrava, 1991, 184 s
- [9] MRKVICA, Miloš. Přípravky a obráběcí nástroje 1. díl. Moravské tiskařské závody Ostrava, Ostrava, 1989, 192 s



- [10] ZAJAC, J., JURKO, J., ČEP, R., Top trendy v obrábění, II. část - Nástrojové materiály. Žilina: Media/ST, s.r.o., Žilina, 2006, 193 s. ISBN 80 968954-2-7.

13.1 Použité internetové adresy

Maho Deckel DMC 80 duo block

[http://www1.gildemeister.com/en,milling,dmc80hduoblock?opendocument&ma=2](http://www1.gildemeister.com/en/milling,dmc80hduoblock?opendocument&ma=2)

Wenzel LH 87

http://members.tripod.com/~BohemiaTrade/Wenzel/wenzel_lhserie.html

13.2 Katalogy nástrojů a příslušenství

Hoffmann group – The quality company – hlavní katalog, 2006

Guhring – The tool company, 2006, Deutchlnd, Harderstrase 50 – 54

Pramet – Nástroje pro frézování, divize 1 slinuté karbidy, Šumperk, Uničovská

Walter – Soustružení, vrtání, frézování, Inovace nástrojů, 2011

Widia – Cutting tools, 2005

Seco – Katalog a technologický průvodce frézováním, 2009, Fagersta, Sweden



14 Seznam příloh

Příloha č. 1: Katalog upínacího stavebnicového systému firmy TFA alfa s.r.o.

Příloha č. 2: Výkres bloku EHR-STEYER

Příloha č. 3: Certifikát ISO 9001- 2008 firmy TFA alfa s.r.o.

Příloha č. 4: Výkres sestavení přípravku číslo jedna stavebnicové věže

Příloha č. 5: Výkres sestavení přípravku číslo dva svařence

Příloha č. 6: Technologický postup pro blok EHR-STEYER

Příloha č. 7: Kontrolní formulář požadovaný odběratelem

Příloha č. 8: Detailní výpis nástrojů použitých při obrábění bloku

Příloha č. 9: Výkres tělesa nástroje T4

Příloha č. 10: Výkres držáku nástroje T4

Příloha č. 11: Měřicí protokol k ověřovací sérii

Příloha č. 12: Výkres bloku EHR-STEYER s označenými měřenými rozměry

Příloha č. 13: CNC program první palety číslo 6489 včetně výpisu nástrojů

Příloha č. 14: CNC program druhé palety číslo 6490 včetně výpisu nástrojů

Příloha č. 15: Výkres nástroje T47



Poděkování:

Poděkovat bych chtěl především kolektivu firmy TFA alfa s.r.o. za rady v dané problematice, a to speciálně vedoucímu technologie panu Miloši Valašíkovi a panu ing. Ladislavu Filipu.

Dále bych chtěl poděkovat paní Ing. Lence Petřkovské Ph.D. za odborné rady, připomínky a pomoc při tvorbě této diplomové práce.